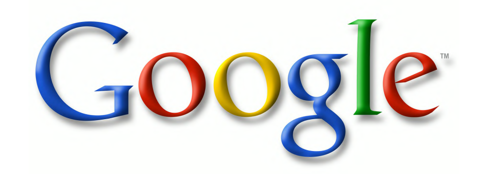
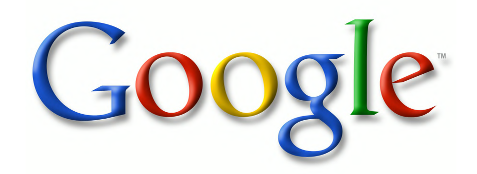
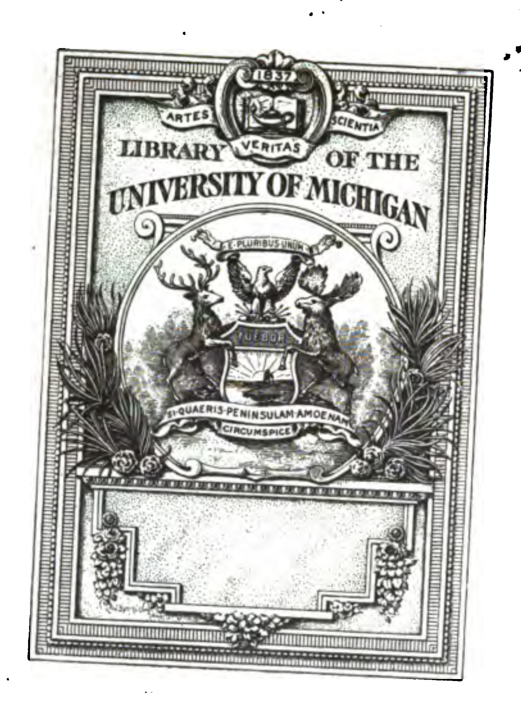
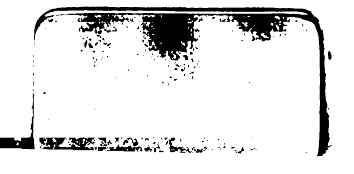

Google




A 3 9015 00385 924 9
University of Michigan – BUHR



1837
ARTES
VERITAS
SCIENTIA
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
E PLURIBUS UNUM
TUEBOR
SI QUAERIS PENINSULAM AMOENAM
CIRCUMSPICE



J. Bruck

ARCHIV

FÜR

ANATOMIE, PHYSIOLOGIE

UND

WISSENSCHAFTLICHE MEDICIN,

IN VERBINDUNG MIT MEHREREN GELEHRTEN

HERAUSGEGEBEN

VON

DR. JOHANNES MÜLLER

ORD. ÖFFENTL. PROF. DER ANATOMIE UND PHYSIOLOGIE, DIRECTOR DES KÖNIGL. ANAT. MUSEUMS UND ANATOMISCHEN THEATERS ZU BERLIN.

Jahrgang 1858.

Mit vierundzwanzig Kupfertafeln.

BERLIN.

VERLAG VON VEIT ET COMP.

Inhaltsanzeige.

Beitrag zur Anatomie des *Cyclostoma elegans*[1])

von

EDOUARD CLAPARÈDE
aus Genf.

(Hierzu Taf. I. und II.)

Ueber die Anatomie der *Pulmonata operculata* besitzen wir bis jetzt nur sehr mangelhafte Angaben. Es ist freilich schon längst bekannt, dass diese Thiere getrennten Geschlechts sind, aber genauere Untersuchungen über diesen Gegenstand sind nicht vorhanden. Troschel[2]) hat zwar eine Abhandlung über die anatomischen Verhältnisse der *Ampullaria urceus* geschrieben, seine Beobachtungen aber mussten sich auf das Seciren einiger Spiritusexemplare beschränken, daher ist es gekommen, dass er sich mit den Geschlechtstheilen kaum hat beschäftigen können. Ausserdem sind Gründe da, um zu vermuthen, dass die *Ampullariae* von den anderen *Pulmonata operculata* bedeutend abweichen möchten. Ausser Troschel's Untersuchungen sind mir nur diejenigen Moquin-Tandon's über *Cyclostoma elégans*[3]) bekannt,

---

1) Die untersuchten Cyclostomen wurden am Hügel Pinchat bei Genf gesammelt.

2) Anatomie der *Ampullaria urceus* und über die Gattung *Lanistes* Montf., in Erichson's Archiv für Naturgeschichte 1845. S. 197—216. Tab. 8.

3) Histoire naturelle des mollusques fluviatiles et terrestres de France. 1855.

die im Laufe des vorigen Jahres in dem grossen Werke dieses Forschers über Land- und Süsswassermollusken erschienen sind. Moquin-Tandon's Beobachtungen sind aber hier, wie bei *Neritina*, sehr unvollständig, um so mehr, als er bekanntlich mikroskopisch niemals untersuchte, so dass einige neue Beiträge zur Anatomie der Gattung *Cyclostoma* nicht unerwünscht sein dürften.

Von der Haut selbst des *Cyclostoma elegans* ist kaum etwas Bemerkenswerthes anzuführen, bloss dass sie nirgends flimmert. Siebold und Leydig haben schon gezeigt, dass die Beflimmerung keinesweges eine allgemeine Erscheinung auf dem Mantel der Landcephalophoren ist[1]). Kalkablagerungen unter der Gestalt von braunen Körnchenhaufen sind überall in der Haut zerstreut und zwar liegen dieselben zwischen der Oberhaut und der darunter liegenden Muskelschicht. Diese gefärbten Kalkkörner verleihen der Haut die braungrünliche Färbung, wodurch dieselbe sich auszeichnet. Die durch Säuren isolirte Schalenepidermis zeigt kein Balkennetz wie bei *Neritina*, sondern erscheint als eine strukturlose, farblose Membran, worin braune längliche Haufen einer ungeformten

1) Ich habe neulich auf den Fühlern von *Neritina fluviatilis* starke unbewegliche Borsten beschrieben (Müller's Archiv 1857, p. 115), die eine grosse Aehnlichkeit mit den borstenartigen Gebilden verschiedener Turbellarien, Naïden und anderer Annulaten haben. Ich habe seitdem gefunden, dass diese Borsten bei den meisten unserer Süsswasserschnecken, vielleicht gar bei allen vorkommen. Ich finde sie bei *Limnaeus pereger*, *L. palustris*, *L. auricularis*, *L. stagnalis*, *Planorbis albus*, *Pl. marginatus*, *Pl. carinatus*, *Bythinia impura*, *B. similis* u. s. w. auf der ganzen Haut zerstreut. Leydig hat sie schon bei *Limnaeus stagnalis* beschrieben (Lehrbuch der Histologie 1857 p. 106.): „Auch bei *Neritina* kommen sie überall auf der freien Haut vor, nur sind sie auf den Fühlern bedeutend stärker und sie treten an dieser Stelle, wegen des Mangels der Flimmercilien, deutlicher hervor. Diese Borsten scheinen nicht einziehbar zu sein, wenigstens ragen sie überall aus der Haut hervor, selber wenn das Thier nicht beunruhigt wird, wie man es bei jungen Individuen leicht beobachten kann". — Diese Borsten scheinen von den s. g. Nesselorganen der Aeolidien und Tergipeden gänzlich verschieden zu sein.

Substanz in ganz regelmässigen Reihenfolgen eingestreut sind. Diese Reihen entsprechen den Längsrippen, welchen die Schale ihre zierliche Streifung verdankt, und in der That bestehen dieselben aus einer grossen Anzahl kleiner, sehr nahe an einander gelegener Höckerchen, deren grösster von vorn nach hinten gerichteter Durchmesser 0,20 bis 0,23 und der andere quere 0,050 bis 0,085 Mm. beträgt. Diese Höckerchen allein sind gefärbt und dadurch entsteht die scheinbar gleichförmige braunviolette Färbung der Schale.

Der Deckel besteht aus drei Schichten: die äusserste und dünnste ist eine homogene Oberhaut, die sehr faltenreich ist, indem die Zuwachsstreifen sich in der Epidermis durch eine Falte kundgeben. In der Membran, die eigentlich farblos ist, sind hie und da braun gefärbte Strecken vorhanden. Die mittlere sehr dicke Schicht besteht aus lauter kohlensaurem Kalk und löst sich bei Einwirkung von Säuren ohne merklichen Rückstand auf. Die dritte hornartige (nicht aus Chitin bestehende) Schicht zeigt keine Spur der bei *Neritina* vorhandenen faserigen Struktur, sie ist vielmehr an und für sich strukturlos und braun gefärbt. Sowohl die Dicke, wie die Färbung der inneren Schicht des Deckels sind je nach den Theilen sehr ungleich. Am dicksten ist die dem Mittelpunkt der Spirale am nächsten gelegene Gegend. Dieser Theil ist auch meistens sehr uneben. Die braune Farbe erreicht ebenfalls an dieser Stelle ihre grösste Intensität. Diese dritte Schicht wird selbst nach innen von einem aus polygonalen Zellen bestehenden Epithel bekleidet. Dasselbe wird gewöhnlich nur auf der Hälfte der Spirale, welche am entferntesten vom Mittelpunkt liegt, also auf dem jüngeren Theile gefunden. Diese Zellen haben meistens eine längliche Gestalt (Fig. I. A.), indem der eine Durchmesser zwischen 0,007 und 0,015 und der andere zwischen 0,003 und 0,007 Mm. schwankt. Die Kerne sind sehr schmal, so dass sie bei einer Länge von 0,002 bis 0,005 Mm. nur eine Breite von 0,001 Mm. besitzen. In der Nähe des dünnsten Deckelrandes, also des letztgebildeten Theiles, sind diese polygonalen Zellen weniger in die Länge gezogen (Fig. I. B.), 0,005 bis 0,006 Mm. breit

und mit einem grossen runden 0,003 bis 0,005 breiten Kerne versehen. Beide Zellformen gehen natürlich allmälig in einander über. Dass diese Epithelzellen gerade nur auf den jüngeren in der Bildung begriffenen Theilen der angewachsenen Deckelseite vorkommen, möchte wohl darauf hinweisen, dass sie eine Rolle bei der Bildung des Deckels spielen. Ob letzterer von ihnen abgesondert wird, oder ob sie selbst zur Deckelsubstanz verhornen, muss aber dahin gestellt bleiben. Jedenfalls entbehrt die von Moquin-Tandon aufgestellte Ansicht, dass alle schneckenförmigen Deckel (*opercules cochléiformes*), wohin auch das Operkel der Cyclostomen gehört, von dem Mantelrande abgesondert werden sollten, jeden Grund.

Ueber die mikroskopische Struktur der Muskeln bei Mollusken stehen zwei Hauptansichten einander gegenüber: Einerseits nehmen Lebert und Robin[1]) als letztes Muskelelement feine Primitivfasern an, deren Dünnheit ausserordentlich sein kann. Andererseits betrachtet Leydig[2]) als eigentlichen Elementartheil des Muskels eine Röhre, welche aus einer Reihe hintereinander gelegener und verschmolzener Zellen entstehen soll. Dabei ist übrigens nicht unwahrscheinlich, dass grosse Verschiedenheiten im Muskelbau je nach den Molluskengruppen vorkommen. In der That könnten die Muskeln von *Cyclostoma* für beide Theorien ausgebeutet werden. Sie zerfallen in Fasern, die im Fusse eine Breite von 0,006 bis 0,02 Mm. erreichen: in der Muskelschicht des Speisekanals sowohl, wie in der Ruthe und auch in der Lungenhöhle sind die Fasern durchschnittlich etwas dünner. Solche Fasern stellen die Leydig'schen Röhren vor, denn man kann durch Essigsäure den Inhalt auflösen oder wenigstens ganz durchsichtig machen und es bleibt eine farblose Scheide zurück. Der Röhreninhalt zeigt aber sonst eine feine, nicht immer sehr leicht wahrnehmbare Längsstreifung, welche durch

---

1) Kurze Notiz über allgemeine vergleichende Anatomie niederer Thiere. Müller's Archiv 1836, p. 126.

2) Ueber *Paludina vivipara*. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Bd. II., p. 191.

Fibrillen wirklich hervorgebracht wird, denn nicht selten bekommt man bei Zerreissung eines Muskels isolirte Röhren, wo an beiden Enden die Faserchen auseinander gehen und in einem Büschel heraussehen. Diese Fibrillen werden wohl Lebert und Robin's Primitivfasern entsprechen. Ob die Bildung dieser Röhren auch bei *Cyclostoma* wie bei *Paludina* vor sich geht, steht dahin; niemals aber wurden zerstreute Kerne auf denselben angetroffen. Ebensowenig haben wir auf diesen Muskelröhren die Querstreifung wahrgenommen, die Lebert und Robin ganz constant bei gewissen Mollusken sehen. Diese Forscher sprechen auch von einem „Zellgewebe", wodurch die Fasern zu Bündeln vereinigt sein sollen, welches aber bei *Cyclostoma* nicht vorkommt. Eine Substanz ist wohl zwischen den Röhren vorhanden, es ist aber nicht möglich, irgend eine Struktur daran zu erkennen.

Das Nervensystem von *Cyclostoma elegans* wurde schon von Moquin-Tandon abgebildet, aber die von ihm gelieferte Figur ist vollständig unbrauchbar, da er theils die wichtigsten Theile übersah, theils die andern zu ungenau abbildete. *Cyclostoma elegans* besitzt zwölf Nervenknoten, deren nur acht dem eigentlichen centralen Nervensystem, während zwei andere dem sympathischen System und die beiden letzteren einem Sinnesorgane angehören.

Der Schlundring selbst besteht aus sechs Ganglien. Die oberen Schlundganglien (Fig. 7a.) sind birnförmig und dicht hinter dem Schlunde auf der Speiseröhre so gelagert, dass der verjüngte Theil derselben nach vorn und aussen sieht. Bei einem ausgewachsenen Exemplar sind diese Ganglien 0,6 Mm. lang und etwa 0,4 breit. Es entspringt aus denselben eine sehr grosse Anzahl von Nerven, die theils Sinnesnerven — der Seh- und der Fühlnerv nämlich — sind, theils den Schlundkopf und die benachbarten Theile versorgen. Sie werden durch eine etwa 0,17 Mm. lange und 0,13 Mm. breite Commissur verbunden. Die Schenkel, welche den Oesophagus umfassen, sind auf beiden Seiten einfach, jedoch einander nicht gleich. Jederseits der Speiseröhre nämlich befindet sich dicht neben derselben ein kleiner Nervenknoten, welcher aber

auf der rechten Seite (b') weit tiefer gelegen ist als auf der linken (b), indem die Commissur (h), welche das rechte kleine Nervenganglion mit dem entsprechenden oberen Schlundknoten vereinigt, gegen 0,34 Mm. lang ist, während die Commissur (g) zwischen dem linken und dem Schlundknoten derselben Seite kaum eine Länge von 0,10 bis 0,12 Mm. erreicht.

Unter der Speiseröhre ist nicht wie bei den ächten *Pulmonata* und so vielen anderen Schnecken ein Nervenring vorhanden: derselbe wird durch zwei grosse kolbenförmige, etwa 0,78 Mm. lange und 0,27 Mm. breite Ganglien ersetzt. Es sind dieselben die Ganglia pedalia (Fig. 7c.)[1]), welche aber nicht nur eine grosse Anzahl Nervenäste in den Fuss schicken, sondern auch die Gehörorgane versorgen. Da sie gerade auf der Mittellinie liegen, so versteht sich von selbst, dass die zwischen dem linken unteren Ganglion und dem entsprechenden Nervenknoten befindliche Commissur (i) viel länger sein muss als diejenige, welche das rechte untere Schlundganglion mit dem rechten seitlichen Nervenknoten verbindet. Damit würde also der Schlundring aus zwei oberen, zwei seitlichen und zwei unteren Ganglien bestehen.

Von jedem seitlichen Schlundganglion geht ein Nervenstrang ab, welcher noch einmal zu einem Knoten anschwillt. Beide Stränge aber verhalten sich in ihrem Verlauf nicht gleich. Vom rechten seitlichen Schlundknoten entspringt ein Nervenstrang, der sich zuerst nach oben richtet und die Speiseröhre nebst der Zunge umgehend, quer über dieselbe von vorn und rechts nach links und hinten läuft, dann wieder in die Tiefe steigt und an der Stelle, wo er die muskulöse Bauchwand trifft, einen Knoten (Fig. 7e.) bildet. Der aus dem linken seitlichen Schlundganglion entspringende Nervenstrang läuft nicht wie der andere über, sondern unter dem

1) In der Figur wurden diese Ganglien, der leichteren Uebersicht wegen, etwas verschoben. Die Spitze der beiden Ganglien nämlich sieht in der That nicht nach hinten, sondern nach unten oder gar etwas nach vorn. Es hat also in der Figur eine kleine Umdrehung um eine quere horizontale Achse stattgefunden.

Oesophagus hinweg, indem er schräg nach rechts und hinten strebt. Auf der Bauchwand der rechten Thierhälfte schwillt er zu einem Nervenknoten (f) an. Beide Nervenknoten können Bauchganglien genannt werden, da sie die Bauchwand mit Nervenästen versorgen. Die beiden Nervenstränge kreuzen also einander und zwar so, dass die Zungenscheide und die Speiseröhre zwischen beide zu liegen kommen, und das linke seitliche Schlundganglion steht mit dem rechten Bauchknoten und umgekehrt das rechte mit dem linken in unmittelbarer Verbindung.

Somit wären die acht Ganglien des centralen Nervensystems abgehandelt.

Das Eingeweidenervensystem wird durch zwei kleine Nervenknoten vertreten, die jederseits der Mittellinie unter dem Schlunde und demselben dicht ansitzend gelegen sind. Sie wurden schon von Moquin-Tandon richtig gesehen. Beide Ganglien sind durch dünne Nervenstränge mit einander verbunden und senden Nervenäste an die hintere und untere Fläche des Schlundkopfes. Einige Male glaubte ich feine Verbindungsstränge zwischen diesen sympathischen Knoten und den oberen Schlundganglien wahrzunehmen, aber mit Gewissheit konnte es nicht konstatirt werden. Das Vorhandensein dieser Verbindungsstränge ist übrigens schon a priori wahrscheinlich.

Endlich sind noch zwei kleine Ganglien anzuführen, die wohl einem Sinnesorgane angehören werden. Der Fühlernerv schwillt nämlich an der Spitze des Fühlers ganglionartig an, wie dieses schon von mehreren *Limacinen* und *Helicinen* bekannt ist. Wir verweisen auf Moquin's Abbildung, die in dieser Beziehung ganz vortrefflich ist.

Die Gehörkapseln sitzen hinter den unteren Schlundganglien und stehen mit denselben durch einen kurzen Stiel in Verbindung. Es sind runde Kapseln, deren Membrana propria eine Dicke von 0,003 bis 0,005 Mm. erreicht und mit einem schönen Epithel bekleidet ist. Die Flimmercilien konnten nicht wahrgenommen werden, auch wurde kein Zittern des Otolithen beobachtet. Letzterer ist immer einzeln

und erinnert sehr an den von Leydig abgebildeten Gehörstein der *Carinariae*. Er stellt eine stark lichtbrechende, aus concentrischen Schichten gebildete, gegen 0,10 bis 0,12 Mm. grosse Kugel dar (Fig. 8a.). Er besteht aus kohlensaurem Kalk und sieht aus, als ob er in seiner Mitte eine mit Flüssigkeit erfüllte Höhle enthielte.

Es konnte nicht ermittelt werden, ob der Stiel (Fig. 8d.) der Gehörkapseln bei *Cyclostoma elegans* wie bei *Neritina fluviatilis* und bei den von Schmidt untersuchten *Helix*- und *Physa*arten hohl ist. Glücklicher war der Erfolg bei der verwandten Gattung *Pomatias*. Bei *Pomatias maculatum* enthält jedes Hörbläschen (Fig. 9.) eine grosse Anzahl krystallinische Otolithen, welche einander an Grösse ganz gleich sind (0,02 Mm. lang, 0,01 Mm. breit). Durch leisen Druck wurden einmal die Steinchen in den Stiel hineingetrieben (Fig. 9c.) und zwar so, dass sie der Achse nach hintereinander regelmässig lagen, da ihr Querdurchmesser das Lumen des Kanales gerade erfüllte. — Beiläufig wollen wir noch bemerken, dass bei *Pomatias* sowohl die Flimmercilien selbst wie das Zittern der Otolithen beobachtet wurden.

Die ganze Gehörblase wird bei *Cyclostoma* von einer Schicht schöner farbloser, durchsichtiger Zellen umgeben (Fig. 8e.). Dieselben sind mit einem grossen Kern versehen und kommen auch anderswo vor, so z. B. zwischen den Windungen des Darmkanals (Fig. 11 d.) am Magen, und namentlich um den Eierstock und manchmal auch zwischen den Leberlappen. Diese Zellen scheinen dieselben zu sein, welche Leydig bei *Paludina* schon beobachtete und mit dem Namen „Bindesubstanz" belegte und welche von Semper bei den *Pulmonata* ebenfalls gefunden wurden. Die Art des Vorkommens spricht wohl für die Beibehaltung der Leydig'schen Bezeichnung, ohne dass damit eine Uebereinstimmung dieser Substanz mit dem Bindegewebe der höheren Thiere ausgedrückt werden sollte. — Diese Zellen erreichen eine Grösse von 0,03 bis 0,06 Mm. und ihre Kerne messen etwa 0,006 bis 0,009 Mm. in der Breite. Manchmal finden sich unter denselben einige, welche mit kleinen, lichtbrechenden, bei durchfallendem Licht schwärz-

lichen, bei auffallendem Licht aber weisslichen Körnchen erfüllt sind, auch findet man unter ihnen zerstreut, namentlich in der Nähe der Geschlechtstheile, kleinere, 0,020 bis 0,026 breite Zellen, die einen gelben körnigen Inhalt einschliessen.

Das Auge ist eine runde, durch Sclera und Hornhaut gebildete Kapsel. An der Sclerotica liegt eine aus 0,006 bis 0,009 Mm. breiten Pigmentzellen bestehende Chorioidea an. Diese Zellen sind so dicht an einander gedrängt, dass sie nur mit Schwierigkeit von einander zu trennen sind und dass die Kerne nicht wohl darstellbar sind. Unter der Chorioidea verbreitet sich die Retina, eine sehr zarte, leicht zerstörbare Membran, die aus Zellen besteht. Letztere sind aber sehr vergänglich und konnten nie isolirt werden. Ihre Kerne jedoch sind immer sehr schön sichtbar: sie erreichen einen Durchmesser von 0,002 bis 0,005 Mm., werden aber wie die Membran selbst durch Essigsäure zerstört. Die Höhle des Auges wird endlich vom Glaskörper mit der Linse eingenommen. Ersterer zeigte sich beim frischen Thiere vollkommen strukturlos und durchsichtig. Er ist am vorderen Theile zur Aufnahme der Linse ausgehöhlt. Durch einen leisen Druck lässt sich die Linse aus dem Glaskörper hervortreiben und die zurückgebliebene Höhle erscheint wie ein Loch im Glaskörper. — An der Linse wurde keine Struktur wahrgenommen. Sie ist vollkommen klar und durchsichtig. Bei Behandlung mit Essigsäure löst sie sich sehr rasch und ohne Rückstand auf. Der Glaskörper geht ebenfalls dabei zu Grunde.

Mund und Rüssel von *Cyclostoma* sind hinlänglich bekannt, so dass wir uns nicht unnütz dabei aufzuhalten brauchen. — Die Radula wird durch vier Knorpelstücke getragen, wie wir es schon anderswo auseinandersetzten und Moquin-Tandon es richtig gesehen hat. Die hinteren Knorpelstücke (Fig. 5b. — Fig. 5A. stellt ein hinteres Knorpelstück isolirt dar) sind verhältnissmässig sehr klein und deren vorderer Theil ist in eine tiefe Rinne ausgehöhlt, die zur Aufnahme der grossen vorderen Knorpelstücke bestimmt ist. Letztere sind am

äusseren Rande zum Ansatz mehrerer Muskeln beträchtlich verdickt. Nach vorn laufen sie in eine stumpfe Spitze aus. Der innere Rand derselben ist sinuös und mit einer am zweiten Drittheil der Länge gelegenen Spitze versehen. Es dient diese Spitze, wie überhaupt die Ränder der Knorpelstücke zum Ansatz der Muskeln des Zungenapparates.

Die Reibmembran (Fig. 2.) ist dadurch sehr interessant, dass sie eine unverkennbare Annäherung an den Typus von *Bythinia* und *Paludina* zeigt. Es ist ein langes, schmales, membranöses Band, welches sieben Längsreihen von Zähnen oder Haken trägt. Letztere sind eigentlich kleine Chitinplatten, deren vorderer Theil verdickt ist und sich nach oben und hinten umbiegt, indem er zackig und gezahnt wird. Die mittlere Chitinplattenreihe besteht aus dünnen Platten, die nach hinten breit sind und sich nach vorn verjüngen. Der verdickte vordere Rand ist dreifach gezahnt und zeigt nicht selten noch ausserdem auf jeder Seite ein kleineres Zähnchen. Jederseits der Mittelreihe befindet sich eine Reihe von etwas schmäleren, in ihrer ganzen Länge ziemlich gleich breiten Chitinplatten, die sich in einen ungeheuren Zahn verlängern und umbiegen. Dieser ist die stärkste Bewaffnung der Zunge. An der inneren Seite desselben befindet sich ein kleiner Zahn und an der äusseren ein Paar andere etwa von derselben Grösse. Diese Nebenzähne gehören derselben Platte an, wie der Hauptzahn. Die zunächst nach aussen jederseits befindliche Chitinplatte ist noch schmäler als die vorige. Ihre Bewaffnung besteht aus drei Zähnen, deren innerster an der Spitze durch eine mittlere Furche in zwei Haken getheilt wird. Die letzte Reihe endlich besteht auf jeder Seite aus grossen, dreiseitigen, an den Ecken abgerundeten Platten, deren nach vorn gerichteter Rand sich nach oben und hinten umbiegt und mit einer grossen Anzahl kleiner Häkchen besetzt ist. Diese Häkchen werden um so kleiner, je weiter man nach aussen tritt und verschwinden endlich vollständig.

Die Gattung *Pomatias*, die man früher mit *Cyclostoma* vereinigte und welche noch heutzutage für ihre nächstverwandte gehalten wird, besitzt eine ganz andere Bewaffnung der Reib-

membran, so dass man, sowohl aus diesem Grunde, wie aus mehreren anderen, die Gattungen für keineswegs so nahe verwandt halten möchte. Bei *Pomatias maculatum* besteht die Bewaffnung der Reibmembran (Fig. 3A.) zwar auch aus sieben Chitinplattenreihen, aber diese Chitinplatten sind einander beinahe vollständig gleich. Eigentlich sind nur fünf Haupt- und zwei Nebenreihen vorhanden. Die Mittelreihe wird durch Chitinplatten gebildet, deren vorderer Rand bedeutend verdickt ist und sich nach oben und hinten krümmt. Der Rand des so gebildeten Hakens ist scharf und nicht gezähnelt. Die vier anderen Hauptreihen bestehen aus ganz ähnlichen Chitinplatten, nur ist die Spitze etwas nach aussen gebogen. Die Platten der Nebenreihen endlich, d. h. der am weitesten nach aussen liegenden, sind ebenfalls ganz gleich gebildet, nur kleiner und wie verkümmert. Zwischen den Chitinplatten kommen Wülste zum Vorschein, die den Falten der Grundmembran ihren Ursprung verdanken. Merkwürdiger Weise fanden sich ein Paar Exemplare, wo die Mittelreihe ganz verkümmert und durch kleine, wahrscheinlich aus Chitin bestehende Körperchen ersetzt war (Fig. 3B.). Dieses Verkümmern wird dadurch interessanter, wie Prof. Joh. Müller es mir bemerkte, dass bei mehreren Pteropoden die Mittelreihe der Reibplatte beinahe vollkommen zu verschwinden scheint.[1]) Seitdem habe ich vom Pastor Ad. Schmidt erfahren, dass die Mittelreihe bei den *Daudebardien* regelmässig fehlt.

Die hintere Zungenpapille ist bei *Cyclostoma* nicht besonders entwickelt, noch wie bei *Neritina* der Mittellinie nach gespalten. Bei *Pomatias* ist sie ungemein breit, und zwar zwei Mal breiter als die Zunge selbst; letztere ist ausserdem ebenso lang wie das Thier selbst.

Sowohl die Reibmembran von *Pomatias* wie diejenige von *Cyclostoma* breiten sich in zwei membranöse Flügel

---

1) Eben erschien die erste Lieferung von Troschel's Werk über das Gebiss der Schnecken, worin die Reibmembran von *Cyclostoma* abgebildet ist. Die Reibmembran einer andern Species von *Pomatias* als die unsrige, von *P. patulus* nämlich, wird auch abgebildet und stimmt mit derjenigen von *P. maculatum* überein.

aus, was ebenfalls bei *Neritina*, *Bythinia* und vielen anderen Schnecken der Fall ist. Dr. Bergh hat schon früher ein ähnliches Epithel bei den *Coriocellen* beschrieben.[1]) Es sind dieselben strukturlos, doch mit einem Pflasterepithel überkleidet. Auf dem ganzen Gaumen von *Cyclostoma* wird das Cylinderepithel der Speiseröhre durch ein schönes Pflasterepithel ersetzt, welches meistens aus länglichen, 0,009 bis 0,015 Mm. langen und 0,003 bis 0,006 Mm. breiten sechseckigen Zellen (Fig. 6 A.) besteht. Hie und da gehen diese Zellen in mehr rundliche, 0,009 bis 0,010 Mm. breite (Fig. 6 B.) über. Bei *Pomatias* findet man am Gaumen an der Stelle dieses Epithels eine eigene braune hornartige Membran, die durch regelmässige Linien in viereckige Felder eingetheilt wird (Fig. 4 A. und B.) Man könnte beinahe sagen, es sei eine obere Reibmembran, denn der Zweck dieser Einrichtung ist offenbar der, dass die Nahrungsmittel zwischen dieser Gaumenplatte und der eigentlichen Reibmembran zerrieben werden. Längs der Mittellinie wird die Gaumenmembran durch eine 0,007 bis 0,010 Mm. breite Furche in zwei symmetrische Hälften getheilt. Rechts und links derselben befindet sich eine dünne Leiste, die durch sehr zahlreiche Querlinien in äusserst kleine viereckige Felder zerfällt. Von diesen Leisten gehen auf beiden Gaumenhälften schief nach vorn Plattenreihen ab. Dieselben bestehen aus kleinen, rhombischen, wahrscheinlich aus Chitin bestehenden Tafeln, deren längere Seite 0,0094 und die kürzere 0,0065 Mm. misst. Diese Plattenreihen sind nicht alle gleich lang, sondern nachdem einige nach vorn sehr bald wie plötzlich abgeschnitten aufhören, reichen die benachbarten weiter hinaus, um jedoch bald ebenfalls aufzuhören und von den weiter nach aussen liegenden überragt zu werden. Von der Mittellinie ab gerechnet nehmen die Plattenreihen bis zur fünfzehnten oder zwanzigsten an Länge zu; weiter nach aussen werden sie wiederum kürzer. Uebrigens nehmen sie an beiden Enden zugleich ab, so dass ihr hinteres Ende die Mittellinie nicht mehr erreicht. Dabei

1) Bidrag til en Monographi af Marseniaderne. Kjöbenhavn 1853.

werden die Platten dünner, blasser und endlich gehen sie sowohl nach links wie nach rechts und auch nach hinten in das Epithel der Mundschleimhaut über.

In der eben erschienenen ersten Lieferung seines Werkes über das Gebiss der Schnecken hat Troschel eine ganz ähnliche Gaumenplatte wie bei *Pomatias* bei *Craspedopoma lucidum* kennen gelehrt. Er hat sie aber als Kiefer aufgefasst. Indessen glauben wir dieses Organ seiner Lage nach nicht mit dem Kiefer, sondern mit der Gaumenplatte anderer Gattungen vergleichen zu müssen. An und für sich ist schon das fragliche Gebilde sehr ungeeignet, die Funktion eines Kiefers zu verrichten. Dagegen mag es von grossem Nutzen bei der Zerreibung der Nahrungsmittel werden, indem letztere, so zu sagen, zwischen zwei Raspeln, die Gaumen- und Reibplatte, gerathen und dadurch sehr bequem zerkleinert werden können. Die halbverhornten pflasterartigen Epithelzellen des Gaumens bei *Cyclostoma* sind eine Annäherung an eine solche Gaumenplatte, und noch mehr die Gaumenmembran der *Helices*, welche ausser dem Kiefer vorkommt. Ich finde in der That eine solche Membran bei mehreren Helixarten und am schönsten habe ich noch dieselbe bei *Helix pomatia* getroffen, wo sie eine dünne, strukturlose, hornartige Membran vorstellt. Diese Membran ist gelblich gefärbt und mit einem regelmässigen Pflasterepithel bekleidet. — Ueber die Existenz einer solchen Gaumenmembran finde ich in der Literatur mit Ausnahme einer Zeile in Moquin-Tandon's Werk[1]) gar keine Angabe. Moquin bemerkt, dass bei den meisten Schneckenspecies der Gaumen mit einer dünnen, guillochirten, mit der Reibmembran der *Helices* vergleichbaren Membran ausgekleidet ist. Diess ist auch, wie man sieht, wirklich der Fall, bloss zeigt diese Gaumenplatte bei den meisten keinen so ausgezeichneten Bau wie bei *Pomatias* und *Craspedopoma*; das guillochirte Ansehen rührt sonst vom Epithel her. — Troschel giebt an, dass *Pomatias patulus* auch eine solche Platte besitzt und Schmidt in

1) A. a. O. p. 41.

Aschersleben soll vor uns selbst die Gaumenplatte von *P. maculatum* gekannt haben, ohne seine Entdeckung zu veröffentlichen.

Der eigentliche Tractus intestinalis besteht aus einer Speiseröhre, einem grossen Magen und einem Darm. Die Speiseröhre verläuft ziemlich in der Körperachse, erreicht kaum eine Länge von 9 bis 10 Mm. und mündet seitlich in den Magen. Letzterer bildet einen 15 bis 18 Mm. langen, breiten Schlauch, der nach hinten blind endigt und nach vorn in den Darm übergeht. Der Magenblindsack steckt ganz in der Leber und der Geschlechtsdrüse. Der Darm windet sich mehrfach zusammen, geht bei der Niere rechts von derselben vorbei und läuft dann geradlinig dicht unter dem Boden der Lungenhöhle bis zum After, welcher sich auf der rechten Seite nach aussen von der Geschlechtsöffnung, also unter dem Mantelrande befindet.

Am Darmkanal sind immer drei Schichten zu unterscheiden: Zunächst eine Cylinderepithelschicht, die in dem Oesophagus und dem Darme mit Flimmercilien ausgerüstet ist, dann eine Muskelschicht und endlich ein Lager von Zellen, die der Leydig'schen Bindesubstanz angehören. Die Muskelschicht ist namentlich am Magen sehr entwickelt und lässt sich leicht isolirt darstellen. Sie besteht namentlich aus Ringfasern. Die Zellen der s. g. Bindesubstanz sind wie im übrigen Körper blasse, wie Fettzellen aussehende, manchmal bis 0,078 Mm. grosse Zellen. Der grosse Kern ist meistens ohne Zusatz von Essigsäure sichtbar. An den Gefässen, welche ein Netz auf dem Magen bilden und Aeste an den Darm abgeben, sind diese Zellen durch andere ähnliche ersetzt, die nicht mehr farblos, sondern mit einem bei durchfallendem Lichte schwärzlichen Inhalt erfüllt sind. Wir haben schon ihrer Erwähnung gethan. Sie kommen auch an dem Lungengefässnetz und überhaupt an den Gefässen vor.

Der ganze Darmkanal ist mit eigenthümlichen Drüsen ausgestattet, die zwischen den Epithelzellen stecken. Es sind dies spindelförmige Organe, die wir aus dem Darme selbst abgebildet haben (Fig. 11.). Es kommen aber ähnliche Ge-

bilde am Magen und an der Speiseröhre, sowie auch in der äusseren Haut vor. Im Darme erreichen sie wie die Epithelzellen selbst eine Länge von 0,065 Mm. und sind verschieden breit, je nachdem sie mehr oder weniger vom Sekret erfüllt sind. Ob diese Drüsen eigene Räume zwischen den Epithelialzellen, oder ob sie selbst blosse Epithelzellen sind, die sich mit einem besonderen Sekret erfüllt haben und nach dem Darmkanale zu platzen, um dasselbe zu entleeren, konnte nicht ausgemacht werden. Letztere Annahme möchte noch die wahrscheinlichere sein, obgleich niemals ein Kern an diesen Gebilden wahrgenommen wurde. Ein leiser Druck genügt, um die grösste Menge des Sekretes nach aussen zu entleeren. Dasselbe besteht im Darme aus rundlichen Körperchen, deren Durchmesser zwischen 0,001 und 0,005 Mm. schwankt. Man bekommt übrigens kaum einen Augenblick diese Körperchen frei zu sehen, da sie sich gleich darauf in Wasser auflösen. Das Drüsensekret am Magen und in der Speiseröhre besteht aus viel kleineren Körnchen. Im oberen Theil des Oesophagus sind die Drüsen meist etwas anders gestaltet, indem sie einer Flasche mit einem langen Halse ähneln. Wir hätten gerne diese Gebilde im Darme für Zellen gehalten, welche ähnlich wie die Zotten am Darmkanale der Wirbelthiere die Nahrungsmittel in sich aufnehmen, wenn nicht ihre Analogie mit den ähnlichen Gebilden aus dem Oesophagus dagegen gesprochen hätte.

Mit dem blossen Auge betrachtet stellen die Speicheldrüsen zwei lange, gewundene, milchweisse Schläuche vor. Jeder Schlauch (Fig. 16.) ist nach hinten dicker, verjüngt sich nach vorn zu und bildet ein Convolut an der Seite der Speiseröhre. Der dünne vordere Theil (Fig. 16 b.) dringt unter dem Schlundring durch und mündet in den Schlund durch die Wand desselben. Die mikroskopische Struktur der Speicheldrüsen weicht jedoch vom gewöhnlichen Bau dieser Organe bei den anderen Schnecken nicht ab. Der dickere Theil des Schlauches nämlich besteht aus lauter Follikeln, die durch eine breite Oeffnung mit dem centralen Kanal (a) der Drüse zusammenhängen, in welchem sie ihr Sekret entleeren. Dasselbe be-

steht aus sehr kleinen Körnchen, und aus nur 0,005 bis 0,009 grossen Zellen, welche ebenfalls solche Körnchen enthalten. Es sind dieselben Zellen, welche die Wand der Follikel auskleiden.

Die Grösse der Leber ist ohne Zweifel je nach der Jahreszeit eine sehr verschiedene und ihr Entwickelungsgrad scheint im umgekehrten Verhältniss zu dem der Geschlechtsdrüse zu stehen. Zur Zeit meiner Beobachtungen, d. h. im September und im October, war der Hoden bei den Männchen sehr gross und erfüllte die letzten Schalenwindungen vollständig. Die Leber erschien dann als kleine bräunliche Inseln mitten in der gelben Substanz des Hodens (Fig. 17a.). Die Anzahl dieser Inseln war eine sehr verschiedene. Immer aber befand sich ein grösserer Leberlappen dicht am Magen und vor dem Hoden auf der linken Seite des Thieres. Bei dem Weibchen war die Leber viel mehr entwickelt, der Eierstock dagegen winzig klein: die Leber erfüllte die letzten Schalenwindungen vollkommen, d. h. nahm gerade denselben Raum ein, wie der Hoden beim Männchen. Auch verlängerte sie sich auf der linken Seite in einen besondern, dem Magen dicht anliegenden Lappen. Der Eierstock kam auf der Convexität der Leber gar nicht zum Vorschein und war nur auf deren Concavität als ein dünner Strang zu sehen. Schon gegen das Ende des Octobers war der Unterschied zwischen den beiden Geschlechtern bezüglich des Entwickelungsgrades der Leber keinesweges so gross. Der Hoden war sehr zurückgetreten und demgemäss hatte die Leber beträchtlich zugenommen, so dass das umgekehrte Verhältniss eingetreten war: der Hoden nämlich bildete gewissermassen gelbe Inseln in der dunkelbraunen Substanz der Leber. Sonst stehen die verschiedenen Leberinseln oder Leberlappen durch besondere Ausführungsgänge mit einem gemeinschaftlichen Lebergang in Verbindung, welcher neben dem Ausführungsgang der Geschlechtsdrüse auf der Concavität der beiden Drüsen läuft.

In den Leberfollikeln sind nicht wie bei den anderen in dieser Beziehung untersuchten Schnecken zwei verschiedene, in eigenen Zellen abgesonderte Stoffe, sondern drei vorhanden.

Schon bei einfacher Betrachtung der Follikel mit dem blossen Auge oder mit einer schwachen Lupe fallen dem Beobachter kleine röthlich-braune Pünktchen auf, die sich bei etwas stärkerer Vergrösserung als runde Klumpen von Gallenfarbstoff zu erkennen geben (Fig. 12), deren Durchmesser zwischen 0,015 und 0,040 schwankt. Die grösseren sind zahlreicher als die kleineren. Die meisten sind kugelrund (Fig. 13a), einige aber unregelmässig gebildet. Sehr oft werden diese Klumpen von einer helleren, gelben Schicht umgeben und sind dann ebenfalls bald vollkommen sphärisch (b), bald unregelmässig (c) gestaltet. Dass diess keine Tropfen sind, steht fest, denn die braunen Massen können durch Druck in eckige Stücke zerspalten werden (f). Da, wo eine gelbe Schicht vorhanden ist, zeigt ebenfalls dieselbe beim Zerbrechen scharfe Kanten. Hier und da, doch im Ganzen ziemlich selten, werden solche Klumpen in Zellen gefunden (e), woran ein grosser wandständiger Kern zu sehen ist. Die gelbe Schicht ist meist in diesen Fällen sehr blass gefärbt und erscheint dann durch eine dünne, mit Flüssigkeit erfüllte Membran gebildet. Dieses wäre also Meckel's[1]) Sekretbläschen, nur bemerkt Meckel, dass das Sekretbläschen bei den von ihm untersuchten Molluskenlebern erst dann sich zu bilden scheint, wenn viel Gallenstoff in der Zelle niedergeschlagen ist und dass erst dann der Niederschlag vom Sekretbläschen aufgenommen wird, während wir dagegen kein einziges Mal eine Zelle trafen, die von der hellen gelben Substanz erfüllt gewesen wäre, ja nicht einmal eine solche, wo das Sekretbläschen nur den gelben und nicht den rothbraunen Stoff enthalten hätte. — Schon öfters wurde die Ansicht ausgesprochen, dass sehr verschiedene Stoffe unter dem Begriff Zellenfarbstoff vereinigt sind, eine Ansicht, die wir auch für sehr wahrscheinlich halten. Bei *Lymnaeus*, *Planorbis*, *Paludina*, *Dreissena* sah Meckel den braunen Leberfarbstoff sich durch Alkalien dunkler und durch Mineral-

1) Monographie einiger Drüsenapparate der niederen Thiere. — Müller's Archiv 1846.

säuren grün färben, während bei *Helix, Ostrea, Cyclas* derselbe durch Mineralsäuren nicht grün, sondern nur heller ward. Das Verhalten des braunen Zellenfarbstoffes von *Cyclostoma* gegen Reagentien ist aber ein ganz anderes. Durch Zusatz von Ammoniak löst sich derselbe auf, ohne dunkler gefärbt zu werden, und dabei schiessen Krystalle in der Flüssigkeit an, die zum Theil farblos, zum Theil gelb sind. Die gelben Krystalle sind meist unregelmässiger und undeutlicher krystallinisch, als die farblosen, obgleich sie derselben Form anzugehören scheinen. Durch Salzsäure behandelt wurden die Zellenfarbstoffkugeln nicht grün, sondern sie lösten sich auf; dabei aber blieb die Membran unverletzt, welche vom Ammoniak mit aufgelöst worden war. Es zeigte sich, dass jede Kugel eine eigene braune Membran besitzt, welche sogar eine Dicke von etwa 0,0015 bis 0,0020 Mm. erreicht. Innerhalb dieser Membran wurde gewöhnlich noch eine andere kleinere gefunden, welche wahrscheinlich an der Grenze der gelben Schicht und der dunkleren Mittelsubstanz sich befand (s. Fig. 13g). Mithin wären also hier zwei Sekretbläschen ineinandergeschachtelt.

Die zweite Art Zellen der Leberfollikel stellt ganz farblose Zellen (Fig. 13a) dar, deren grösste einen Durchmesser von etwa 0,036 Mm. erreichen. Diese Zellen sind mit runden blassen, sehr verschieden grossen Körnern gefüllt. Gegen Reagentien verhalten sich diese Zellen ziemlich wie die Farbstoffkugeln. Bei Ammoniakzusatz nämlich lösen sich die Membran und gleich hernach mit einem Ruck, als ob sie platzten, die Körner selbst auf. Durch Salzsäure behandelt lösen sich ebenfalls Membran und Körner auf, nur lassen letztere eine dicke Membran zurück, so dass sie wahrscheinlich selbst als Tochterzellen in einer Mutterzelle zu betrachten sind. Jedoch konnte niemals ein Kern daran entdeckt werden, während die Hüllmembranen selbst mit einem ovalen, 0,0078 Mm. langen Kerne versehen sind.

Das dritte Gallenelement besteht aus runden, fettähnlichen, stark lichtbrechenden Körnern oder Tropfen (Fig. 13b), die man gern für Gallenfett halten möchte: sie sind aber in Al-

kohol nicht löslich, selbst in heissem Alkohol nicht. Niemals wurden dieselben in Zellen eingeschlossen gefunden. Jedoch halten wir für wahrscheinlich, dass sie gleich wie die anderen Gallenbestandtheile in Zellen abgesondert werden. Meckel bemerkt in Betreff der Fettzellen der Leber, dass sie sich schwieriger als die Farbstoffzellen von der Tunica propria lostrennen, sie sollen zarter und zerreisslicher sein und deshalb selten frei gefunden werden. Dasselbe Verhältniss möchte also sehr wohl bei den die fraglichen Tropfen bildenden Zellen eintreten. Letztere verdienen aber ihres chemischen Verhaltens wegen den Namen Gallenfett nicht. Die Gallenfetttröpfchen nämlich sollen sich langsam in kaustischem Kali auflösen und durch die Säuren unverändert bleiben. Dagegen bleiben die Alkalien ohne Wirkung auf die fettähnlichen Tropfen der Cyclostomaleber, während diese sich sehr leicht in Essigsäure auflösen.

Wenn wir diese verschiedenen Ergebnisse der Beobachtung zusammenfassen, so können wir uns kaum des Gedankens erwehren, dass niemals bei *Cyclostoma* eine eigentliche Galle, d. h. eine aus diesen verschiedenen Elementen bestehende Flüssigkeit gebildet werde. Es müssten sonst zuerst die festen Gallenfarbstoffkugeln aufgelöst werden, was zwar durch den Magensaft geschehen könnte. Niemals fanden wir solche im Magen, sondern bloss eine schwach gelbliche Flüssigkeit enthalten. Dagegen trafen wir ein paar Mal ganz unveränderte Gallenfarbstoffkugeln im Rectum selbst. Diese mussten also durch Magen- und Darmsaft gar nicht angegriffen worden sein. Demnach dürfte man wahrscheinlich diesen Theil des Lebersekretes für einen rein exkrementitiellen Stoff halten.

Was die zweiten beschriebenen Gallenelemente betrifft, so dürfte es nicht unwahrscheinlich sein, — wenn eine Hypothese darüber erlaubt ist, dass sie nur die Mutterzellen des Gallenfarbstoffes sind. Das chemische Verhalten beider Elemente gegen Alkalien und Säuren ist dasselbe, jedoch lösen sich die blassen Zellen in Alkohol leicht auf, die Farbstoffkugeln aber nicht. Gründe, die für unsere Hypothese sprechen, möchten noch darin gefunden werden, dass kleine Farbstoff-

zellen gar nicht vorkommen (die kleinsten gefundenen erreichten noch immer eine Grösse von 0,013 bis 0,015 Mm.). Ausserdem kommen nicht selten unter den blassen Zellen solche vor, welche in einem Theile der Zelle eine geringe Menge gelben Farbstoff enthalten. Derselbe befindet sich dann immer zwischen den Tochterzellen und nicht in denselben.

Die Tunica propria der Leber ist selbst strukturlos und ein anderes Epithel als die Drüsenzellen selbst wurde nicht daran gefunden. Im Innern flimmern die Follikel und deren Ausführungsgänge nicht. Die ganze Leber wird von einer dünnen muskulösen Membran umgeben, welche nur die Fortsetzung der dem Mantel angehörigen Muskelschicht ist.

Ueber das Circulationssystem haben wir nicht Vieles anzuführen. Das aus einem Vorhof und einer Kammer bestehende Herz liegt in seinem Pericardium eingeschlossen im Grunde der Lungenhöhle, dicht an der Niere und auf der rechten Seite des Thieres. Die in die Vorkammer mündende Lungenvene verästelt sich auf der Wandung der Lungenhöhle und giebt hauptsächlich Zweige ab, die ziemlich geradlinig quer von rechts nach links, also senkrecht auf die Richtung der Körperachse verlaufen, was der Lungenhöhle von *Cyclostoma* einen überaus schönen Anblick verleiht. Das Gefässnetz wird immer von den eigenthümlichen, bei auffallendem Lichte weiss erscheinenden Zellen mit körnigem Inhalt, die wir schon einige Male erwähnten, umgeben. Sonst haben die Gefässe keine eigenen Wandungen und sind blosse durch die Gewebe selbst der Organe laufende Kanäle. Diess ist namentlich in der Lungenwand sehr schön zu sehen, wo die Gefässe nur von den einander kreuzenden Muskelfasern und den gelblich braunen Kalkkörnern begrenzt werden. Letztere sind namentlich an den Gefässen zahlreicher vorhanden als im übrigen Gewebe. — Die Struktur des Herzens kann beim frischen lebenden Thiere absolut nicht studirt werden. Bei der Untersuchung in kochendem Wasser getödteter Thiere stellt sich jedoch diese Struktur ganz wunderschön heraus. Die Kammerwandungen zeigen sich dann aus einem herrlichen Balkennetz, von sich in den verschiedensten Richtungen

durchkreuzenden Muskelbündeln gebildet. Ueberall finden zwischen den vielen Balken Anastomosen statt, indem eine oder mehrere Fasern von dem einen in den andern übertreten. Die Primitivfasern selbst besitzen im Durchschnitt eine Dicke von 0,003 bis 0,006 Mm.

Die Blutflüssigkeit ist nicht leicht ganz rein zu bekommen, der Kleinheit des Thieres wegen. Sie besteht aus einer klaren Flüssigkeit, worin nur sehr sparsam Blutkügelchen vorhanden sind. Durch längeres Stehen bildet sich ein ebenfalls spärliches Fadengerinnsel in der Flüssigkeit. Die Blutkügelchen kommen bald einzeln, bald zu Klumpen zusammengebacken vor. Sie sind mit kleinen, meist auf einer einzigen Seite stehenden Ausläufern versehen, wie Leydig dieses schon bei *Paludina* angab. Ein deutliches Einziehen oder eine deutliche Formveränderung der Fortsätze, wie bei den Lieberkühn'schen amoebenartigen Körpern wurde nicht mit Bestimmtheit wahrgenommen. Jedenfalls finden solche Veränderungen nur höchst langsam statt. Durch Zusatz von Essigsäure verschwinden die Fortsätze meist vollständig. Die Blutkörperchen blähen sich dann auf und stellen runde Bläschen mit einem körnigen Inhalt, ohne deutlichen Kern dar. Ihr Durchmesser beträgt 0,0078 bis 0,0090 Mm. Zugleich bildet sich in der Flüssigkeit bei Zusatz von Essigsäure ein feiner Niederschlag von unmessbaren Körnchen.

Die Niere bildet eine dreieckige olivengrüne Drüse am Grunde der Lungenhöhle und an der linken Seite des Rectum, dicht vor den vielen durch den Darm gebildeten Windungen. Das Herz liegt der inneren Fläche derselben auf. Die Nierenzellen (Fig. 15) sind runde helle Bläschen, deren Durchmesser zwischen 0,010 und 0,037 Mm. schwankt. Hie und da findet man jedoch zwischen denselben viel kleinere (a), die kaum breiter als 0,006 Mm. sind und keine Harnconcremente enthalten. Es wachsen wahrscheinlich dieselben zu den eigentlichen Nierenzellen heran. Die Harnconcremente sind keine regelmässig runde Körner, wie bei den meisten ächten Pulmonaten, sondern werden von unregelmässigen Haufen kleiner, gelber, eckiger Körperchen gebildet. Meistens sind

diese Haufen sehr klein im Verhältniss zur Grösse der Zelle. Nur sehr selten werden Zellen mit einem Kerne und Sekretbläschen gefunden (Fig. 15a). Gewöhnlich aber stellen die Nierenzellen ganz einfache Bläschen dar. Ob vielleicht in denselben das Sekretbläschen die Zelle vollständig erfüllte, konnte nicht ermittelt werden, da durch keine Reagentien ein Kern sich daran nachweisen liess. Vielleicht auch platzt die Nierenzelle in einem gewissen Stadium und bleibt dann das Sekretbläschen allein zurück. Die Nierenbläschen sind übrigens äusserst zart, diffluiren sehr leicht und werden durch die meisten Reagentien zerstört. Durch Alkohol werden sie aufgelöst. Bei Essigsäurezusatz schrumpfen sie erst zusammen und lösen sich ebenfalls langsam auf. Wenn man eine Falte der Nierenmembran in der Seitenansicht zu sehen bekommt, so sieht man, wie die Zellen in mehreren Schichten übereinander liegen, die grösseren an der Oberfläche, die kleineren darunter. Bei Anwendung von Druck lösen sich die oberflächlichen Zellen nicht leicht ab, sondern ziehen sich in eine Art Stiel aus, der zwischen den kleineren Zellen der unteren Schicht stecken bleibt. Die Oeffnung der Niere nach aussen konnte zweifelsohne nur der Kleinheit des Gegenstandes wegen nicht gefunden werden.

Wir kommen jetzt zu einer merkwürdigen Drüse, wofür sich bis jetzt, so viel wir wissen, gar kein Analogon weder bei den Mollusken noch überhaupt finden lässt. Es ist dies eine meist sehr entwickelte, zwischen den Darmwindungen steckende Drüse, die sich auch zwischen Niere, Herz und Darm bis zum Grunde der Lungenhöhle hineinschiebt. Beim Herausnehmen des *Cyclostoma* aus seiner Schale fällt gleich auf dem Rücken des Thieres eine hübsche, hinter der Niere gelegene, zickzackförmige, weisse Zeichnung auf. Dieses ist die fragliche Drüse, und die zickzackförmige Figur kommt dadurch zu Stande, dass die Windungen des Darms bis zur Oberfläche herausgedrängt sind, so dass die Drüse selbst nur in den Zwischenräumen Platz findet. Schon mit dem blossen Auge bemerkt man, dass dieses Organ seine Farbe einer grossen Anzahl runder, bei auffallendem Lichte blendend

weiss erscheinender Körner verdankt. Diese Körner sind meist kugelrund: ihr Durchmesser schwankt gewöhnlich zwischen 0,013 und 0,10 Mm. Bei auffallendem Licht, unter nicht zu starker Vergrösserung, gewährt diese Drüse einen überaus schönen Anblick: die schön weissen Körner glänzen wie eben so viele Sterne auf dunklem Grunde. Bei der Behandlung mit Essigsäure merkt man zuerst durchaus keine Wirkung, so dass ich anfangs annahm, die Säure bleibe vollkommen wirkungslos. In Salzsäure lösen sich die Concremente ohne, in Schwefel- oder Salpetersäure dagegen mit Aufbrausen auf. Werden sie sorgfältig geglüht, und wird dann der Rückstand durch Essigsäure behandelt, so löst sich sogleich derselbe mit Gasentwickelung auf. Daraus glaubte ich schliessen zu dürfen, dass ich mit einem kleesauren Salze und also wahrscheinlich mit kleesaurem Kalke zu thun hätte. Es zeigte sich aber bald, dass die kleesauren Salze sich nicht mit Kohlensäureentwickelung in Schwefel- und Salpetersäure auflösen. Es zeigte sich auch, dass bei längerem Verbleiben (8—12 Stunden) in Essigsäure die Körner sich wie in der Salzsäure ohne Aufbrausen und mit Zurücklassung eines zarten organischen Skelettes auflösen. Nun sind bekanntlich die Oxalate in Essigsäure nicht löslich, so dass hierbei an ein kleesaures Salz nicht zu denken ist. Es wurde ausserdem bald festgestellt, dass eine gewisse, bald grössere, bald kleinere Menge kohlensauren Kalkes in den Concrementen beständig enthalten ist. Es fanden sich nämlich zahlreiche Individuen vor, deren weisse Körner bei der Versetzung mit Salzsäure ein lebhaftes Aufbrausen zeigten. Bald jedoch hörte das Aufbrausen auf, und die Körner waren noch da und behielten dasselbe Aussehen wie zuvor. Sie können dann abgewaschen und wieder mit Salzsäure versetzt werden, ohne dass Gasblasen sich wieder bilden, aber nach und nach lösen sie sich in der Säure auf, mit Ausnahme eines zarten zurückbleibenden Gerüstes. Durch Schwefel- oder Salpetersäure aber werden sie augenblicklich unter lebhafter Blasenbildung zerstört. Auch ist zu bemerken, dass ein verhältnissmässig

nur sehr geringer Rückstand beim Verbrennen der Concremente als Asche zurückbleibt. Aus alle dem geht es hervor, dass die Concremente eine gewisse Menge kohlensauren Kalk und ausserdem eine organische, in Salzsäure lösliche, durch Schwefel- und Salpetersäure unter Gasentwickelung zersetzbare Verbindung enthält.

Unter dem Mikroskop erscheinen die Körner bei durchfallendem Lichte, ihrer Undurchsichtigkeit wegen, intensiv schwarz. Bei Zusatz von Ammoniak oder kaustischem Kali werden sie allmälig von der Peripherie nach dem Mittelpunkte zu halbdurchsichtig, ohne Zweifel dadurch, dass die eben besprochene organische Verbindung eine Veränderung erleidet. Man vermag dann schon an den dunkelbraunen Kugeln (Fig. 10 A) einen concentrischen Bau zu erkennen. Dieser Bau tritt erst bei der Behandlung mit Salzsäure ausgezeichnet hervor. Die incrustirende Substanz wird, wie gesagt, dadurch vollständig aufgelöst und das jetzt farblose, in höchstem Grade durchsichtige organische Gerüst zeigt sich aus einer grossen Anzahl zarter concentrischer Membranen zusammengesetzt (Fig. 10B). Mitunter ist der Mittelpunkt dieser membranösen Sphären ein einziger. Meistens aber sind der Mittelpunkte mehrere, gewöhnlich zwei oder drei, hin und wieder noch mehr. Um jeden Mittelpunkt bildet sich ein besonderes System von mehr oder weniger zahlreichen, concentrischen Membranen und diese verschiedenen Systeme bilden dann den Mittelpunkt zu einem neuen System von dieselben gemeinschaftlich umhüllenden Membranen. Wie die Bildung dieser Kugeln vor sich geht, ist nicht ganz klar geworden. Meistens trifft man ihrer mehrere, oft eine grössere und einige viel kleinere in einer gemeinschaftlichen Membran eingeschlossen.

Ueber die wahrscheinliche Funktion dieses merkwürdigen Organes lässt sich kaum etwas sagen. Wenn die Niere nicht schon vorhanden wäre, so würden wir in der Absonderung dieser Concremente einen Ersatz dafür suchen. Es wurde an die provisorische Drüse, die bei den Embryonen von verschiedenen Landgasteropoden vorkommt, gedacht, diese Drüse

aber, die Oskar Schmidt[1]) mit den Müller-Wolff'schen Körpern verglich und die von Gegenbaur[2]) „Vorniere" genannt wurde, enthält wirkliche Nierenzellen, was bei dem fraglichen Organ nicht der Fall ist. Jedenfalls dürfte noch die Ansicht die meiste Wahrscheinlichkeit haben, dass wir es hier mit einem rein excrementitiellen Stoff zu thun haben und dass diese sonderbare Drüse mit der Niere zu parallelisiren sei. Es ist durchaus nicht zulässig, dieses Organ mit der Concremententasche zu vergleichen, die ich neuerdings bei den Neriten kennen lehrte. Da dieses Organ bei den Neriten nur bei den Weibchen auftritt, so ist eine Beziehung desselben zum Geschlechtsleben nicht zu verkennen. Es ist aber kein Grund vorhanden, um eine solche Beziehung bei *Cyclostoma* zu vermuthen, da das Organ beiden Geschlechtern zukommt. Ausserdem deutet die Lage keineswegès auf einen Zusammenhang mit dem Geschlechtsapparat hin.

Bei *Cyclostoma costulatum* Ziegl. aus dem Banat fand sich dieselbe Drüse wieder. Die Concremente enthielten aber gar keinen kohlensauren Kalk. Auch erschienen sie unter dem Mikroskop nicht schwarz, wie diejenigen von *Cyclostoma elegans,* sondern braun. Sonst zeigten sie denselben concentrisch geschichteten Bau. Durch Schwefel- und Salpetersäure wurden sie ohne Gasentwickelung aufgelöst. Sowohl bei *Pomatias maculatum,* wie bei *Ampullaria urceus* Fér. und *Ampullaria effusa* Lam. (beide aus Guyana) wurde vergebens nach einer solchen Drüse gesucht.

Eine Oeffnung dieser Drüse nach aussen konnte nicht entdeckt werden. Ein Theil der Drüse schiebt sich, wie schon angegeben, zwischen Darm, Herz und Niere bis zum Grunde der Lungenhöhle. Es wurde jedoch niemals eine Oeffnung an dieser Stelle wahrgenommen, auch wurden niemals freie Körner in der Lungenhöhle gefunden.

1) Ueber die Entwickelung von Limax agrestis. — Müller's Archiv 1851.

2) Zur Entwickelungsgeschichte der Landgasteropoden. — Zeitschrift für wiss. Zool. Bd. III. 1851.

Auffallender Weise hat Moquin-Tandon in seiner flüchtigen Anatomie des *Cyclostoma elegans* die Concrementendrüsen ganz übersehen oder vielmehr mit der Niere zusammengeworfen. Er beschreibt nämlich die Niere (seine „Praecordialdrüse“) als eine ovale, olivengrüne Drüse[1]), aber einige Seiten weiter kommt er wieder auf dieselbe zu sprechen und sagt, deren Wandung sei mit weisslichen, undurchsichtigen Körnern besetzt[2]). Offenbar hat er also ein Mal die wirkliche Niere und das zweite Mal die Concrementendrüse als Praecordialdrüse aufgefasst.

Die Concrementendrüse wurde schon von Brard[3]) gesehen, indem er angiebt, dass bei *Cyclostoma* eine Menge kleiner, gelblicher Kalkkörner zwischen den Tegumenten unregelmässig zerstreut seien. Darunter hat er jedenfalls nicht die in der Haut zerstreuten Kalkkörner gemeint, denn dieselben sind viel zu klein, als dass Brard, welcher nicht mikroskopisch untersuchte, sie hätte sehen können.

Es ist endlich noch ein anderer Sekretions- oder wahrscheinlich Excretionsapparat bei *Cyclostoma* vorhanden, muthmasslich von gleicher Bedeutung, wie der, welchen Delle Chiaje und Kleeberg am Fuss verschiedener Pulmonaten kennen lehrten. Bekanntlich besteht dieses Organ bei den Limacinen aus einem geraden Kanal, an dessen Seite zahlreiche Drüsenbälge liegen und welcher unterhalb des Mundes nach aussen mündet. Bei *Cyclostoma* ist die Beschaffenheit desselben eine andere: dicht unter der Haut, zwischen dem Munde und dem Fusse, befindet sich ein ovaler breiter Sack, der mit einem weissen Sekret erfüllt ist, so dass dessen Farbe durch die Haut selbst durchschimmert. Von diesem Sacke gehen zwei lange Schläuche aus, die sich vielfach winden und einen dichten Knäuel um die unteren Schlundganglien und die Gehörbläschen bilden. Die Ganglien sind sogar von

---

1) A. a. O. p. 66.

2) Ibid. p. 69.

3) Histoire des coquilles terrestres et fluviatiles qui vivent aux environs de Paris. — Paris et Genève 1815. p. 106.

diesen Schläuchen so umwunden, dass es eine Unmöglichkeit ist, den Knäuel ohne Zerreissung auseinanderzuwickeln und desshalb hat es grosse Schwierigkeit, die Gehörorgane in ihrem Zusammenhange mit dem Nervensystem rein zu präpariren. Es konnte natürlich die Länge der Schläuche nicht geschätzt werden, da ihr Verlauf so verwickelt ist und wir vermochten leider nicht einmal mit Gewissheit zu ermitteln, ob sie blind endigen, wie dies wahrscheinlich ist. Jeder Schlauch hat eine gleichmässige Breite von 0,10 Mm., da jedoch die Wandungen ziemlich dick sind, so ist das Lumen nur 0,068 Mm. breit. Diese Schläuche sind mit einem Epithel ausgekleidet, dessen Zellen die Absonderung des Drüsensekretes übernehmen. Wenn sie einmal mit letzterem erfüllt sind, so werden sie in's Lumen des Schlauches abgestossen und bis in den unteren Sack fortgeführt. Dieser ist also voll Zellen, deren Beschaffenheit mit derjenigen der Epithelzellen des Schlauches übereinstimmen. Es sind dieselben 0,007 bis 0,018 Mm. breit und gewöhnlich so mit dem Sekret erfüllt, dass der Kern nicht wahrgenommen wird (Fig. 14a). Hier und da kommen jedoch weniger strotzend erfüllte Zellen vor (Fig. 14c), die einen ovalen Kern von 0,003 bis 0,006 Mm. Durchmesser zeigen. Das Sekret (Fig. 14b), welches aus blassen runden 0,002 bis 0,005 Mm. grossen Körnern besteht, befindet sich sowohl ganz frei im Sacke, wie in den Zellen selbst eingeschlossen. Es kommen auch im Inhalt des Sackes vereinzelte 0,006 bis 0,026 Mm. — also ziemlich wie die gewöhnlichen Drüsenzellen — breite Zellen vor (Fig. 14d), die einen ganz anderen Zellinhalt einschliessen. Derselbe besteht aus sehr kleinen, unmessbaren Körnchen, die beständig in lebhafter Molekularbewegung begriffen sind. Möglicher Weise werden diese Körnchen durch eine blosse Zersetzung oder sonstige Umwandlung des gewöhnlichen Zellinhaltes erzeugt. — Ohne Zweifel wird dieses Sekret beim Gehen vor dem Fusse entleert und dient dazu, die Bahn schlüpfrig zu machen.

Die Geschlechtsorgane von *Cyclostoma*, namentlich die männlichen, wurden der Hauptsache nach von Moquin-

Tandon richtig dargestellt, da er sich aber mit der mikroskopischen Untersuchung nicht abgab, so ist ihm vieles Interessante entgangen, was wir nachtragen wollen.

Die männlichen Geschlechtsorgane bestehen aus einem Hoden, einem Ductus deferens, einer Drüse von unbekannter Bedeutung (Moquin's Samenblase) und Copulationswerkzeugen.

Der Hoden (Fig. 17 a) nahm zu der Zeit unserer Untersuchungen die letzten Schalenwindungen ganz und gar ein, wie wir es schon bemerkten, so dass die Leber nur inselartig in dessen Substanz auftrat. Bei einigen im November untersuchten Männchen war aber das Verhältniss gerade umgekehrt: die Leber hatte die Oberhand gewonnen und der Hoden war zurückgetreten und zeigte sich nur als kleine gelbe, zwischen den Leberfollikeln zerstreute Flecke.

Die Hodenfollikel bestehen aus einer strukturlosen Membran, die nach innen mit einem aus 0,009 bis 0,026 Mm. breiten kernhaltigen Zellen (Fig. 19 a) bestehenden Epithel ausgekleidet ist. Diese Zellen lassen sich leicht abschaben und es zeigt sich dann, dass der Hoden ihnen seine safrangelbe Färbung verdankt, indem kleine gelbe Körnchen in ihnen zerstreut sind. Manche Zellen enthalten kaum einige solche Körnchen, während andere damit strotzend erfüllt sind und erstere sind von den Mutterzellen der Bildungszellen der Zoospermien gar nicht zu unterscheiden. In der Höhlung des Follikels wird ein sehr mannigfaltiger Inhalt angetroffen. Zuerst zeigen sich durchsichtige, mit einem grossen Kern versehene Zellen (Fig. 19 b). Oft wird der Kern im Augenblick der Einschnürung und Theilung getroffen (b') und die Zellen mit drei oder vier Kernen (b'') sind ziemlich häufig. Letztere erreichen nicht selten einen Durchmesser von selbst 0,013 Mm. Jeder Kern enthält ein Kernkörperchen. Am zahlreichsten aber sind Gebilde vorhanden (d), die mit den grossen Kernen der eben besprochenen Zellen völlig übereinstimmen, einen Durchmesser von 0,005 bis 0,007 Mm. besitzen und in die Bildungszellen der Zoospermien übergehen. Deshalb halten wir sie wirklich für solche Bildungszellen und

die anderen für deren Mutterzellen. Sie sind vollkommen farblos und nicht scharf contourirt. Es kommen aber andere vor, welche gleich gross und gleich gestaltet sind, deren Contour jedoch scharf und deren Inhalt körnig ist (c). Diese sind offenbar frei gewordene Kerne der das gelbe Pigment enthaltenden Epithelzellen, deren Kern ebenfalls körnig und mit einem scharf markirten Rande versehen ist. Aus dem Kernkörperchen der Kerne in den Mutterzellen wird der Kern der Bildungszellen. Derselbe verwandelt sich in jeder Bildungszelle in ein Zoospermion, indem er sich nach einer Richtung hin verlängert und allmälig zu einem wandständigen gewundenen Faden heranwächst (Fig. 19e, f, g). Während der Bildung des Zoospermions nimmt noch die Zelle an Dimensionen zu, so dass ihr Durchmesser während dieses Stadiums zwischen 0,009 und 0,015 Mm. schwankt. Dieses Schema stimmt, wie man sieht, mit demjenigen der Entstehung der Zoospermien bei *Neritina* vollkommen überein. Deshalb kommen auch die Zoospermien von *Cyclostoma* niemals zu schopfartigen Bündeln vereinigt vor. Die Kölliker-sche Ansicht der Bildung der Zoospermien durch Verlängerung des Kernes trifft auch hier genau zu.

Der Hodenausführungsgang (Fig. 17b) stellt einen milchweissen, gewundenen, dicken Schlauch dar, dessen Windungen an der Bauchfläche des Thieres und also gegen die Columella hin, dicht an einander gedrängt liegen. Es wurde derselbe immer voll Zoospermien gefunden. An und für sich sind die Wandungen des Ganges farblos und die milchweisse Färbung wird ganz einfach durch die durchschimmernde dickliche Samenflüssigkeit erzeugt. Das Epithel des Ganges besteht aus 0,009 bis 0,015 Mm. breiten Zellen, deren jede mit einem grossen, 0,004 bis 0,007 Mm. breiten Kern versehen ist. Der Gang senkt sich nach unten in ein eiförmiges, auf der rechten Seite des Thieres, dicht unter dem Darme liegendes Organ (Fig. 17c), welches Moquin-Tandon richtig gesehen und für eine Samentasche erklärt hat. Gegen diese Deutung streitet der Umstand, dass wir niemals Zoospermien in der Höhle des Organes trafen. Es stellt dasselbe eine geräumige

Tasche dar, deren dicke, drüsige Wandungen aus zahlreichen Blättern bestehen. Diese Blätter liegen, der Quere nach, senkrecht auf der Achse der ovalen Tasche. Das Sekret, welches von diesen Blättern geliefert wird, ist in runden, 0,005 bis 0,02 Mm. breiten Zellen (Fig. 20) enthalten und besteht aus kleinen farblosen, das Licht ziemlich stark brechenden Körnchen, deren grösste einen Durchmesser von 0,0026 Mm. kaum erreichen. Gewöhnlich ist an den Zellen kein Kern zu sehen, weil sie vom Sekret überfüllt sind; hier und da nur schimmert ein heller, bei den grösseren Zellen 0,005 Mm. breiter Kern durch. Am besten lässt sich dieses Organ mit demjenigen vergleichen, welches wir bei *Neritina* als Nebendrüse des männlichen Geschlechtsapparates kennen lernten. Ueber dessen Bedeutung lässt sich sonst keine andere Vermuthung aufstellen, als dass das Sekret bei der Copulation dem Samen beigemischt wird. Vom unteren Theile des Organes geht der Ausführungsgang weiter, bildet eine Schleife (Fig. 17 d) und erreicht die Basis der Ruthe (e). Die drüsige Tasche ist also in die Mitte des Leitungsapparates der Geschlechtsprodukte eingeschaltet.

Die Ruthe selbst von *Cyclostoma elegans* wurde schon vielfach abgebildet und namentlich ist die von Moquin-Tandon gegebene Figur ganz gut. Nur wollen wir bemerken, dass die Ruthe, nicht wie diess gewöhnlich dargestellt wird, ein breiter Schlauch ist. Obgleich selbst gewaltig gross, so enthält sie doch einen nur sehr schmalen, etwas gewundenen Kanal (Fig. 18) zur Leitung der Samenflüssigkeit. Die Masse der Ruthe wird durch eine starke Muskelschicht gebildet, welche sowohl aus Längs-, wie namentlich aus Querfasern besteht. Die Muskelfasern des Penis sind verhältnissmässig viel dünner als diejenigen des Fusses.

Der weibliche Geschlechtsapparat zerfällt in einen Eierstock, einen Eileiter und angehörige Drüsen.

Der Eierstock (Fig. 21 a) war offenbar zur Zeit unserer Beobachtungen ausser Thätigkeit, da reife Eier niemals angetroffen wurden. Er stellte einen gekrümmten, gelblich gefärbten Schlauch dar, welcher in der Concavität der Leber

neben dem Lebergang verborgen lag. Bei stärkerer Vergrösserung zeigte sich jedoch, dass dieses kein einfacher Schlauch, sondern eine in zahlreiche Follikel zerfallene Drüse war (Fig. 22). Eine leichte, sehr durchsichtige Membran ging über die Follikel hinweg und umhüllte den ganzen Eierstock. Jeder Follikel war mit einem zierlichen, aus sechseckigen 0,006 bis 0,02 Mm. breiten Zellen bestehenden Pflasterepithel (Fig. 23) ausgekleidet. Jede Zelle besass einen breiten ovalen Kern mit Kernkörperchen. Die Eichen waren nur höchst spärlich vorhanden und stellten helle etwa 0,02 Mm. breite Bläschen (Fig. 24.) dar, die mit einem runden stark lichtbrechenden Fleck versehen waren. Wir halten dieselben für die blossen Keimbläschen. Von Dottersubstanzbildung war zu dieser Zeit gar keine Rede.

Der vielfach gewundene Eileiter (Fig. 21 b) enthielt in allen Fällen einige, doch nicht sehr viele Zoospermien und ging nach unten in ein Organ über, welches von Moquin-Tandon als Gebärmutter aufgefasst wurde, in welchem wir aber dreierlei unterscheiden müssen. — Es stellt das Ganze einen wurmförmigen Körper dar, der nach hinten breiter und nach vorn schmäler wird. Dieser Körper liegt längs der Lungenhöhle auf der rechten Seite des Thieres und der Darm verläuft auf dessen oberer Fläche. Der obere oder hintere kolbenförmig angeschwollene Theil dieses Körpers (Fig. 21 d) ist aussen glatt, während der übrige Theil auf der äusseren Fläche ringförmige quere Falten besitzt (Fig. 21 g). Oben an der linken Seite des platten Theiles ist endlich eine eiförmige kleine Anschwellung (c) vorhanden, die mit dem Eileiter zusammenhängt. Letztere ist wohl als eine einfache Erweiterung des Eileiters zu betrachten und spielt wahrscheinlich die Rolle einer Samentasche, da wir Zoospermien, obgleich nicht in grösserer Anzahl als im Eileiter selbst, in derselben trafen. Diese Samentasche führt in den aus dem glatten und dem faltigen Theile bestehenden Uterus. Von innen betrachtet zeigt der untere, faltige Theil eine blätterige Struktur, die namentlich sehr schön hervortritt, wenn man die Thiere ein Paar Minuten lang in Wasser

kocht. Die weichen Uteruswandungen erhärten dabei und zeigen ausgezeichnet ihre blätterige Beschaffenheit, wie diejenige eines Buches. Auf dieselbe Weise kann man sich von der blätterigen Struktur der drüsigen Tasche des Männchens überzeugen. Der obere glatte Theil des Uterus zeigt inwendig keine Blätter, ist aber mit einer dicklichen Flüssigkeit erfüllt. Unter dem Mikroskop betrachtet besteht diese Flüssigkeit beinahe nur aus blassen, ovalen, flachen Körperchen (Fig. 25), deren Gestalt an diejenige der Blutkörperchen des Frosches erinnert. Es sind jedenfalls dieselben so zahlreich, dass das dieselben enthaltende Menstruum kaum bemerkbar ist. Die farblosen Körperchen sind ganz durchsichtig, verändern etwas ihre Gestalt, wenn sie an einander gleiten, und abgesehen von ihrer Form erinnern sie an Sarkodetropfen. Diese Körperchen besitzen eine durchschnittliche Länge von 0,009 bis 0,010 Mm. Ob sie in Zellen gebildet werden, können wir nicht angeben; es wurden aber kein einziges Mal solche Körperchen enthaltende Zellen gesehen. Ob die Körperchen selbst eine Membran besitzen, steht ebenfalls dahin, denn es gelang durch kein Mittel, eine solche darzustellen. Bei Behandlung mit Essigsäure bildet sich ein fadenförmiges Gerinnsel im Menstruum, und die Körperchen bleiben in den Maschen gefangen; einige werden dabei körnig. Allmälig aber werden in der Säure sowohl das Gerinnsel, wie die Körperchen selbst im höchsten Grade durchsichtig, ohne sich jedoch aufzulösen. Die Alkalien lösen die Körperchen vollständig auf, ohne dass eine Membran dabei zum Vorschein kommt.

Die Blätter des unteren Theiles oder des eigentlichen Uterus bestehen aus Zellen (Fig. 26), die ein grobkörniges Sekret absondern. Diese Zellen sind im Durchschnitt 0,009 Mm. breit und das Sekret besteht aus runden, durchsichtigen, 0,002 bis 0,006 Mm. grossen Körnern oder Tropfen. Gegen Säuren und Alkalien verhalten sie sich gerade wie die ovalen Körperchen des vorigen Organes. Nicht nur die eingeschlossenen Tropfen, sondern auch die Zellen lösen sich in einem Nu in Alkalien auf. Die Höhle des Organes flimmert.

Ueber die Funktion dieser Organe können wir nichts anführen. Eine Beobachtung der Eier, bevor sie durch den s. g. Uterus durchgehen, und nachdem sie gelegt worden sind, würde uns vielleicht hierüber belehren.

Zum Schluss wollen wir erwähnen, dass wir mehrere Male sowohl im Uterus wie in der Lungenhöhle und namentlich im Darme von *Cyclostoma* einen merkwürdigen Schmarotzer massenhaft fanden. Es ist ein Infusorium, dessen äussere Gestalt an die Trichodinen sehr erinnert. Das Thier besitzt denselben Haftapparat hinten wie die ächten Trichodinen, auch verweist es die Mundspirale unter die Vorticellinen. Andererseits aber ist das Thierchen auf der ganzen Oberfläche bewimpert, was sonst bei keiner Vorticelline bekannt ist. Diese Wimpern sind sehr lang und vollführen sonderbare, wellenförmige Bewegungen, die an den Schlag der Wimpern bei den Opalinen erinnern. Der Mund und der Kern bieten ausserdem mehreres Merkwürdige, was wir aber für den Augenblick aufsparen, wo wir das Thier genauer beschreiben werden.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1 A. und B. Pflasterepithel aus der innern Fläche des Dekkels von *Cyclostoma elegans.*

Fig. 2. Zwei Glieder aus der Radula von *Cyclostoma.*

Fig. 3. Radula von *Pomatias maculatum*: A. Zwei normale Glieder; B. Zwei Glieder aus einer Radula, deren Mittelreihe atrophirt war.

Fig. 4 A.: Gaumenplatte von *Pomatias maculatum.* B. Ein Stück einer Plattenreihe aus derselben, stärker vergrössert.

Fig. 5. Zungenknorpel von *Cyclostoma*: a. vorderes, b. hinteres Knorpelstück. — A. Das hintere Knorpelstück allein für sich.

Fig. 6 A. und B. Pflasterepithel aus dem Gaumen von *Cyclostoma.*

Fig. 7. Centrales Nervensystem von *Cyclostoma*: a. obere Schlundganglien; b. linkes, b'. rechtes seitliches Schlundganglion; c. untere Schlundganglien, Ganglia pedalia; e. linkes, f. rechtes Bauchganglion; g. linke, h. rechte obere seitliche Commissur; i. linke, k. rechte untere seitliche Commissur; l. Gehörbläschen; β. giebt den Verlauf der Speiseröhre an.

Fig. 8. Gehörbläschen von *Cyclostoma*: a. Otolith; b. Epithel der Kapsel; c. Membrana propria der Kapsel; d. Stiel; e. Zellen der Leydig'schen Bindesubstanz.

Fig. 9. Gehörbläschen von *Pomatias maculatum*: a. Epithel; b. Kapsel; c. der hohle Stiel mit Otolithen darin.

Fig. 10. Concremente aus der kreideweissen Drüse: A. ein durch Ammoniak behandeltes Concrement; B. drei durch Salzsäure ausgezogene Concremente.

Fig. 11. Längsschnitt des Darmes; a. Epithelzellen; b. Drüsen; c. eben entleertes Sekret; d. Zellen der Leydig'schen Bindesubstanz.

Fig. 12. Ein Leberfollikel bei schwacher Vergrösserung.

Fig. 13. Inhalt der Leberfollikel: a., b., c., d. Gallenfarbstoffkugeln; e. eine solche in ihrer Bildungszelle eingeschlossen; f. eine durch Druck zerbrochene Gallenfarbstoffkugel; g. eine solche durch Salzsäure behandelt. — A. Zweite Art von Drüsenzellen der Leber; a. Zellkern. — B. Das dritte fettähnliche Element des Lebersekretes.

Fig. 14. Inhalt der Brustdrüse: a. die gewöhnlichen Drüsenzellen; b. frei gewordene Sekretkörner; c. mit dem Sekret wenig erfüllte Zelle, * Zellkern; d. eine mit feinem, Molekularbewegung zeigendem Inhalt erfüllte Zelle.

Fig. 15. Nierenzelle von *Cyclostoma*: a. junge Zellen, die noch keine Hornkonkremente enthalten; A. Nierenzelle mit Kern und Sekretbläschen.

Fig. 16. Eine Speicheldrüse: a. innerer Kanal in der Drüse; b. Ausführungsgang; c. mit dem Sekret erfüllte Drüsenzellen.

Fig. 17. Männlicher Geschlechtsapparat: a. Hoden mit den Leberinseln; b. Ductus deferens; c. drüsige blätterige Tasche; d. die Schleife des Ausführungsganges; e. Ruthe.

Fig. 18. Ruthe mit dem Canal für die Samenflüssigkeit.

Fig. 19. Inhalt der Hodenfollikel: a. Epithelzellen mit gelbem Farbstoff; b, b', b'' Mutterzellen der Bildungszelle der Zoospermien; c. isolirte Kerne der Epithelzellen; d. Bildungszellen der Zoospermien e., f., g. Entwickelung eines Zoospermions.

Fig. 20. Drüsenzellen aus den Wandungen der blättrigen Tasche; des Männchens.

Fig. 21. Weiblicher Geschlechtsapparat: a. Eierstock; b. Eileiter; c. Samentasche; d. das Organ, welches die den Froschblutkörperchen ähnelnden Körper enthält; e. sog. Uterus mit dem blätterigen Bau; f. Mündung des Apparates nach aussen; g. Rectum; h. After.

Fig. 22. Eierstock, etwas stärker vergrössert.

Fig. 23. Epithelzellen aus den Eierstockfollikeln.

Fig. 24. Ein Eichen (Keimbläschen) aus dem Eierstock.

Fig. 25. Inhalt des Organes, welches die den Froschblutkörperchen ähnelnden Gebilde enthält.

Fig. 26. Drüsenzellen aus den Blättern des Uterus.

Ueber die Entwickelung der *Phyllirhoe bucephalum*

von

A. Schneider.

(Hiezu Taf. III.)

Die Entwickelung der *Phyllirhoe bucephalum* war bis jetzt unbekannt. Da sich ein während meines Aufenthalts in Messina im Mai d. J. gefangenes Exemplar zum Eierlegen herbeiliess, so war es möglich, diese Lücke wenigstens theilweise auszufüllen. Im Verlauf von 24 Stunden legte jenes Individuum einige 20 durchsichtige Eischnüre, deren jede eine Reihe von 10—15 Eiern enthielt.

Die Eier hatten eine Länge von 1,5 Mm. Die gelegten waren schon sämmtlich gefurcht in 8 und mehr Furchungskugeln. Das reife Ei, wie es sich bei der Zergliederung im Uterus findet, ist Fig. 1. abgebildet. Am zweiten Tage stellt der Embryo eine homogene Masse dar, von sehr mannichfaltigen Formen. Einige (Fig. 4.) zeigten jene Gestalt, wie sie von Vogt bei *Actäon* genau untersucht und abgebildet ist. Sie resultirt nach Vogt's Anschauungsweise aus einem verschiedenen Verhalten centraler und peripherischer Furchungskugeln. Hier war jedoch weder in früheren Stadien, noch bei allen Eiern aus dem gleichen, noch auch bei einem aus dem folgenden ein Gegensatz zwischen centraler und peripherischer Masse zu bemerken. Doch war es mir bei der Kargheit des Materials nicht möglich, darüber vollständig in's Klare zu kommen. Am 3ten Tage bildete sich ein Wimperkranz an dem einen Ende des cylindrischen Körpers aus.

Alles übrige war unbewimpert und am hintern Ende schien sich, nach der scharfen Kontur zu urtheilen, schon die Schaale zu bilden. Am 4ten Tage war der Mantel gebildet und die 2flüglige Gestalt des Segels deutlich. Die Schaale war zerbrechlich und wurde durch Essigsäure heller. Die Gestalt der Schaale bei seitlicher Ansicht Fig. 6b. Am 5ten Tage hatte sich der deckeltragende Fortsatz mit dem Deckel und die beiden Otolithen gebildet. Der deckeltragende Fortsatz trug vorn feine Wimpern und dazwischen einige längere steife Borsten. Die Anlage des Magens und Darmkanals war erkenntlich.

Am 6ten und 7ten Tage durchbrachen einige Larven die Eihülle und schwammen frei. Die meisten starben jedoch noch vorher, auch die freischwimmenden erlebten nur noch den folgenden Tag. An den am weitesten entwickelten Exemplaren liess sich noch folgendes ermitteln (Fig. 9.). Der Mund (f) bildete eine längliche Spalte, der Oesophagus ein gerades Rohr mit dicken Wänden, der Magen einen länglichen Sack. Rechts schlofs sich der Darmkanal an, welcher nach einer kleinen Windung nach unten gerade aufstieg, um rechts zu münden. Links neben der Einmündung des Oesophagus lag die Leber. Der ganze Tractus wie auch die Leber war mit zarten Wimpern besetzt. Am After lagen 2 kleine scharf umschriebene Körper von unbekannter Bedeutung. Ein Rückziehmuskel ist vorhanden wie bei andern Larven. Spindelförmige und verästelte Zellen durchsetzten das Segel und gingen von den Eingeweiden zum Mantel. Die Schaale brauste bei Essigsäure-Zusatz auf.

Die pelagische Fischerei, die um diese Zeit überhaupt unergiebig war, lieferte keine Larven. Das weitere Schicksal der *Phyllirhoe* bleibt also noch zu erforschen. Von Hrn. Dr. Krohn, dem ich nicht nur bei dieser Beobachtung, sondern während meines ganzen Aufenthalts in Messina, für die vielfache freundliche Belehrung zum herzlichsten Danke verpflichtet wurde, habe ich die Bemerkung erhalten und theile sie mit seiner Bewilligung mit, dass ein bei Funchal gefangenes

Exemplar von 2''' Länge in allen Stücken dem ausgewachsenen Thiere glich.

In der Monographie von H. Müller und Gegenbaur über dieses Thier (Sieb. u. Kölliker. Zeitschrift, Bd. V.) vermisse ich die Angabe, dass die Oberfläche wimpert. Die Wimpern sind in Häufchen auf der Oberfläche vertheilt.

Erklärung der Abbildung.

Fig. 1: Reifes Ei. Fig. 2: Gefurchtes Ei, 1ster Tag. Fig. 3. u. 4: Embryo vom 2ten Tage. Fig. 5: Embryo vom 3ten Tage. Fig. 6: a. Embryo vom 4ten Tag. b. seitliche Ansicht der Schaale. Fig. 7 u. 8: Embryo vom 5ten Tage. Fig. 9: Freischwimmende Larve. a. Rückziehmuskel. b. Magen. c. Leber. d. Darm. e. After u. fragliche Körperchen. f. Mund. Fig. 10: Schaale.

Ueber 2 neue Thalassicollen von Messina

von

A. Schneider.

(Hiezu Taf. III. B.)

I. *Physematium Mülleri.* (Fig. 1—4.)

Diese Species kam während des Mai und Juni häufig zur Beobachtung. Sie ist kugelrund von 5 Mm. Durchmesser und kleiner. In der Mitte liegt stets eine runde Zelle von 0,5 Mm. Durchmesser. Die Wand derselben hat einen leichten grünlichen Schein und ist von zahlreichen Kanälchen durchbohrt. Im Innern sind eine oder mehrere blasse Kugeln zu unterscheiden. Nach aussen liegt eine Schicht der schleimigen Substanz, welche nach allen Seiten in stärkere Strahlen ausläuft, die sich wiederum in Fäden zerästeln. Nur in seltenen Fällen waren die Strahlen von solcher Solidität und Stärke, wie sie Fig. 2 abgebildet sind. Man konnte dann die Strahlen schon mit blossem Auge am unverletzten Thiere erkennen. Zwischen den Strahlen und Fäden und mit denselben vielfach kommunizirend liegen die hellen Kugeln, welche Huxley — wohl nicht mit Recht — den Vacuolen der Infusorien vergleicht und für die wir den passenderen Namen J. Müllers Alveolen beibehalten wollen. Die äussere Begrenzung bildet eine zarte Haut, die jedoch so fest ist, dass sie bei Verletzung die innere Masse ausfliessen lässt und als zusammenhängende Membran zurückbleibt. An

der äussern Schicht liegen die Nester. Sie unterscheiden sich von den Nestern des *Sphärozoum* und der *Collosphära* dadurch, dass sie keine besondere Membran haben. Jedes Nest besteht aus 4—5 keilförmigen Stücken, die mit der breiten Basis an die äussere Haut stossen und nach innen in feine Fäden auslaufen. Zu jedem Nest gehört eine fettartige braune oder orangerothe Kugel, von einer Gallertkugel umschlossen (Fig. 1 und Fig. 4a). Ueber der Membran stehen die Pseudopodien. Dieselben sind vorzüglich nach der Basis zu mit Knötchen und Kügelchen besetzt und umschliessen in ihrem Haarwerk viele Körnchen fremder Substanzen. An der Spitze habe ich die Strahlen vielfach zusammenfliessen sehen. Ein Zurückziehen der Strahlen war trotz vieler Beobachtung nicht wahrzunehmen. Die Bewegungen der Knötchen der Strahlen und der Körnchen längs der Strahlen waren zu beobachten, wie sie Müller (Monatsberichte der Berliner Academie 13. Nov. 1856) und Huxley beschrieben haben. Die Spicula sind längliche Nadeln, S- oder C-förmig leicht gebogen (Fig. 3). Beim Zerquetschen fanden sich manchmal kurze Stäbchen in einer Kugel der Gallertmasse gehüllt (Fig. 4b). Ob es junge Spicula oder Krystalle waren, liess sich nicht entscheiden. Gelbe Zellen finden sich spärlich zwischen den Nestern zerstreut.

Einmal wurde mir eine Anzahl sehr kleiner Exemplare gebracht, die ich glaube als Jugendzustände hierherziehen zu dürfen. Dieselben besassen keine centrale Zelle. Die Form der Nester war gleich. Die kleinsten hatten nur 4 oder 5 Alveolen, während die erwachsenen deren hundert haben. Obgleich die äussere Gestalt nicht ganz regelmässige Umrisse hat, so ist jedoch nicht daran zu denken, dass es abgerissene Stücke waren, da die älteren Exemplare beim Zerreissen sich ganz anders verhalten.

Es bleibt noch zu erörtern, ob wir hier eine neue Species vor uns haben oder das *Physematium atlanticum* (Meyen). Act. Acad. C. L. Nat. Cur. Vol. XVI. Suppl. — Bei der mangelhaften Analyse, welche Meyen giebt, lässt sich dies nicht ganz genügend entscheiden. In vielen Punkten stimmt Meyen's Beschreibung mit der unsrigen, zunächst das Vorhandensein einer

umschliessenden weichen Membran, dann der Besitz einer centralen Zelle. Da dieselbe 0,5 Mm. Durchmesser nach unserer Angabe hat, so lässt sie sich zur Noth mit blossem Auge oder unter der Loupe erkennen. Eine mikroskopische Analyse derselben hat Meyen nicht gemacht. In andern Punkten weichen wir ab. Meyen fand sein *Physematium* bis zu 6''' Durchmesser. Dies wäre nur ein Beweis, dass Meyen grössere Exemplare vor sich hatte. Nach Meyen treten ferner einzelne Blasen über die Haut hervor. Ein Hervortreten der Alveolen fand ich bei *Sphärozoum*, aber nicht bei diesem Thiere. Möglich, dass es bei älteren Exemplaren auch vorkommt. Dass die Angaben Meyen's über die Eigenbewegungen von *Sphärozoum* nicht sicher sind, hat J. Müller schon gezeigt. Dasselbe kann man auch auf *Physematium atlanticum* anwenden. Bewegungen fand ich nur insofern, als dasselbe Thier sich bald am Grund, bald an der Oberfläche des Gefässes befand. Auch will ich nicht unerwähnt lassen, dass ein längliches *Sphärozoum* in einem kleinen Gefässe welches vor Erschütterung sorgfältig geschützt war, lebhaft auf und nieder stieg und dabei seine Stellung im Raume vielfach änderte. Ob dies active oder passive Bewegungen sind, möge ein glücklicherer Beobachter entscheiden. Es scheint nach alledem wohl gerechtfertigt, die ältere Bezeichnung Meyen's beizubehalten; um aber dem *Ph. atlanticum* sein Recht zu wahren, wollen wir unser Thier als neue Species aufstellen, als *Physematium Mülleri.*

II. *Thalassicolla caerulea.* (Fig. 5—7.)

Diese Species war minder häufig als die vorhergehende. Sie theilt im Bau die wesentlichen Eigenschaften der *Th. nucleata*, so auch die feste Consistenz derselben. Der centrale Kern ist von einer dicken Schicht blauen Pigments umlagert. Darauf folgen die Alveolen, welche dicht gedrängt stehen und sich gegenseitig polyedrisch zusammendrücken. Auf den Alveolen ist bis in die Mitte dieser Schicht ebenfalls blaues Pigment abgelagert. Die Alveolarschicht ist nach aussen scharf begrenzt. Darauf erheben sich die Pseudo-

podien. Dieselben waren einmal zu einem Netzwerk verflochten, welches nach aussen scharf abschnitt und nirgends die freien Enden der Pseudopodien wahrnehmen liess. Spicula wurden nicht gesehen. Die Membran der centralen Zelle ist meist getüpfelt, wie man auch bei *Th. nucleata* findet. Manchmal ist die Membran mit regelmässigen polyedrischen Zeichnungen bedeckt, deren Contur von stellenweiser Verdickung nach innen herzurühren scheint. Die Tüpfel waren dann vorzüglich deutlich.

Der Inhalt der Zelle war sehr ungleichartig in den verschiedenen Exemplaren. Stets enthielt dieselbe: eine 2te Blase mit einer das Licht ziemlich stark brechenden Membran, dann Eiweisskugeln mit verschiedenen Einschlüssen. Dieselben waren entweder Fettkugeln oder Concretionen, oder Häufchen kurzer Krystallspiesse von unbestimmter Form. Nebenbei enthielt die Kugel mitunter ein 2tes kleineres Bläschen. Die Concretionen sind von blauschwarzer Farbe und von kugelförmiger oder doppelkugelförmiger Gestalt. Dieselben bestehen aus mehreren Schichten. In Essigsäure sind sie unlöslich, löslich in Salzsäure unter Zurücklassung eines hellen Bläschens. Aehnliche Concretionen finden sich auch in der *Th. nucleata.* Der grösste Theil der Zelle war jedoch erfüllt mit Ballen einer krümlichen Substanz, welche dicht gedrängt an einander zu liegen schienen. Diese Ballen umschlossen helle Körperchen, welche eine schwache zitternde Bewegung zeigten. Bei starker Vergrösserung sah man sowohl kleinere Fortsätze auftreten und verschwinden, als auch constante längere fadenförmige Fortsätze, welche sich geisselartig bewegten. Von diesen Einschlüssen fanden sich die Krystalle nur einmal, die amöbenartigen Körperchen fehlten manchmal ganz. Die Concretionen und Fettkugeln fanden sich in sehr verschiedenen Mengen und schienen sich vertreten zu können.

Erklärung der Tafel.

Fig. 1. Stück von *Physematium Mülleri*. Strahlen, Randschicht und Nester.

Fig. 2. Centrale Zelle mit der Gallerthülle und den soliden Strahlen.

Fig. 3. Spicula des *Physematium Mülleri*.

Fig. 4 a. Fettkugel eines Nestes von einer Gallerthülle umgeben. b. Krystalle.

Fig. 5. *Thalassicolla caerulea* bei schwacher Vergrösserung.

Fig. 6. Stück der Membran der centralen Zelle mit Tüpfeln und polygonaler Zeichnung.

Fig. 7. Verschiedene Einschlüsse der centralen Zelle.

a. Eiweisskugel mit Concretion und hellen Bläschen.

b. Ballen krümlicher Substanz.

c. Amöbenartige Körperchen bei 450maliger Vergrösserung.

d. Concretionen.

Mittheilungen über die Organisation von *Phyllosoma* und *Sapphirina*

von

Prof. C. Gegenbaur
zu Jena.

(Hiezu Taf. IV. und V.)

I. Ueber *Phyllosoma*. (Hiezu Taf. IV, Fig. 1 – 5.)

In der Zeitschrift für wiss. Zoologie Bd. V pag. 352 wurde von mir eine kurze Skizze über einige Organisationsverhältnisse der Phyllosomen niedergelegt, bei welcher Mittheilung jedoch manches Wichtige nur flüchtig angedeutet, anderes ganz übergangen werden musste. Da nun inzwischen die von mir gehegte Hoffnung, dass vielleicht andere Forscher in der Untersuchung dieser höchst interessanten Krustenthiere zu vollständigeren Resultaten gelangen würden, nicht in Erfüllung ging, fand ich um so mehr Veranlassung, den Gegenstand wieder aufzunehmen und meine Beobachtungen hier vollständig wiederzugeben.

Es lagen mir zur Untersuchung zwei Formen vor, die ich, obgleich sie sich durch die Länge und Breite des Abdomens von einander unterschieden, dennoch vorläufig zu einer Species rechnen muss, da die angegebenen Differenzen möglicherweise, ja sogar wahrscheinlich, nur auf Geschlechtsverschiedenheiten sich beziehen. Die Art erkenne ich als *Phyllosoma mediterraneum*, obgleich zwischen meinen Thieren und der von Risso gegebenen Darstellung besagter Species

keine so ganz vollständige Uebereinstimmung herrscht. Es ist aber namentlich die allgemeine Körperform, die Gestalt des Abdomen, die Zahl der Füsse und die fussartigen Anhänge des Postabdomen, sowie endlich die Sculptur des Schwanzes, wodurch sich die Art nicht wohl verkennen lässt, während dagegen alle bis jetzt beschriebenen Phyllosomen sich eben dadurch sicher ausschliessen lassen.

Eine specielle Schilderung der äussern Form, der Anhänge u. s. w. liegt hier nicht in meinem Plan. Ich muss diese Dinge auch um so eher übergehen, als ich eine Untersuchung und Vergleichung der von mir gesammelten Exemplare nicht mehr vornehmen konnte, und will nur noch bemerken, dass meine sämmtlichen Beobachtungen an unverletzten, ja sogar an lebenden Thieren angestellt sind, die ich zur Conservirung der äusseren Theile nicht zergliedern wollte.[1]) Manches anatomische Detail ist desshalb von mir unberücksichtigt geblieben.

Nervensystem.

Von diesen Organen der Phyllosomen besitzen wir zwar schon von Audouin und Milne-Edwards genaue Beschreibung und Abbildung, allein ich darf doch, obgleich meine Untersuchungen hierüber nichts weniger als ausgedehnt sind, die Angabe des von mir Gesehenen nicht übergehen.

Das Gehirn (Fig. 1a) stellt eine verhältnissmässig beträchtlich grosse, aus zwei fast dreieckig erscheinenden Seitenhälften verschmolzene Masse dar, die von heller Bindesubstanz umgeben und von einem zierlichen Gefässplexus umsponnen, zum Theil auch durchsetzt wird. Sowohl die zelligen als auch die faserigen Parthien sind selbst bei nicht starken Vergrösserungen, und im unverletzten Thiere mit einer Deutlichkeit zu erkennen, dass ich nur bedauern muss, dieses Organ nicht zum Object einer sorgfältigeren Prüfung gemacht zu haben.

---

1) Meine Sammlung ist seitdem in andere Hände übergegangen

In jeder Hälfte sind vier grössere Ganglienguppen erkennbar, von denen drei scharf von einander abgegrenzt sind und auch bestimmten Nerven, — dem Opticus und den Fühlernerven — den Ursprung geben.

Die beiden Sehganglien nehmen den vordersten und mittleren Theil des Gehirnes ein, sie sind von ovaler Gestalt und vor den übrigen ganglionären Abtheilungen des Gehirns durch ihre geringere Undurchsichtigkeit ausgezeichnet. Dabei lagern sie so dicht bei einander, dass eine zwischen ihnen bestehende faserige Commissur kaum erkennbar ist. Besonders nach vorn bilden sie fast eine einzige Masse, welche in Form einer nach vorne und unten gerichteten Protuberanz, selbst in den Contouren des Gehirns sich leicht kenntlich macht. Von der äusseren, resp. seitlichen Parthie dieser Ganglien entspringen die starken Optici (Fig. 1b), welche nahe am Ende des langen Augenstiels, dicht hinter dem Auge selbst nochmals in ein Ganglion eintreten.

Die beiden bei durchfallendem Lichte viel dunkleren Fühlerganglien liegen jederseits gleichfalls dicht neben einander, sind eben durch eine dünne Schicht von Zwischensubstanz doch deutlich genug geschieden. Sie nehmen vorzüglich die seitlichen Parthien des Gehirns ein, dessen Entwickelung in die Queere wesentlich durch diese beiden Ganglienpaare bedingt erscheint. Ihre Gestalt ist birnförmig und ihre Lagerung der Art, dass der abgerundete, breitere Theil bei den grösseren äusseren Ganglien schräg nach hinten, bei den kleineren inneren nach innen gerichtet ist. Von den gleichfalls eine Protuberanz bildenden Spitzen der Ganglien gehen die anfänglich von gemeinsamer Scheide umhüllten Fühlernerven ab die bald nach dem Austritte etwas divergirend zu ihren betreffenden Organen gehen (c). Diese drei Paar Ganglien sind so zu einander gelagert, dass sie eine Bogenlinie beschreiben, deren nach hinten sehende Concavität zwei gleichfalls grosse, aber nur wenig deutlich abgegränzte und ziemlich helle Ganglien umschliesst. Zwischen diesen beiden ist die Commissurverbindung exquisit, und diese bildet auch den hinteren Gehirnrand. In der Substanz der Ganglien sind ein-

zelne, symmetrisch angeordnete dunklere Stellen auffallend, die aus kleineren Zellen zusammengesetzt mir scheinen wollten. Von jedem der beiden hinteren Ganglien entspringt einer der langen Commissurstränge (Fig. 1 d), welche den ganzen Brustschild und einen Theil des Abdomens durchlaufen, um sich in gleicher Höhe mit dem Kaumagen in die Bauchkette einzufügen. Eine Queerverbindung beider Commissuren vor ihrer Einsenkung in die Bauchkette, wie solches bei mehreren Macruren u. s. w. bekannt ist, wurde nicht von mir beobachtet.

Nach Andouin und Milne-Edwards besteht der Bauchnervenstrang aus 15 Ganglienpaaren, nämlich der Brusttheil aus 3, der Theil des Abdomens aus 6 und jener des Postabdomens wiederum aus 6 Paaren. Ich finde nun den gleichfalls in's Abdomen gerückten Brusttheil ebenfalls aus 6 Ganglienpaaren bestehen, die allerdings, wie dies auch die beiden französischen Forscher für die von ihnen gesehenen drei Paare angeben, dicht an einander gerückt, eine einzige Masse zu bilden scheinen. Ohne desshalb die an meinen Phyllosomen gemachte Beobachtung zu einem Schlusse auf die von jenen Anderen untersuchten Thiere ausbeuten zu wollen, muss ich demnach für *Ph. mediterraneum* eine aus 18 Ganglienpaaren bestehende Bauchkette statuiren, eine Zahl, die, mit Ausnahme bei den Phyllopoden, sonst bei den Crustaceen nicht erreicht wird.

Die scheinbare Verschmelzung der erwähnten ersten sechs Ganglienpaare (Fig. 1 e.) wird nach meinem Dafürhalten wesentlich durch eine gemeinsame Umhüllung der sich genäherten einzelnen Ganglien, mittelst Bindesubstanz (dem Neurilemma) hervorgebracht, denn bei durchfallendem Lichte erkennt man nicht allein jedes einzelne Ganglion völlig klar, sondern auch jeden von ihm abgehenden Nerven, und endlich auch die Faserung der Queer- und Längscommissuren.

Der Verlauf der erwähnten Nerven ist mir nicht genau zu verfolgen gewesen, nur das sah ich bestimmt, dass die ersteren 3 Paare zu den Mundwerkzeugen treten. Die nächstfolgenden 6 Ganglienpaare (Fig. 1 f.) bilden die bedeutendste

Masse der ganzen Bauchkette. Das erste Paar schliesst sich direct an das letzte der vorhergehenden Gruppe an, und die übrigen folgen in gleichen Abständen auf einander. Die deutlichen Längs- und Queercommissuren sind von gleicher Länge, so dass zwischen je zwei Ganglienpaaren eine rundliche Oeffnung im Bauchstrang bleibt; durch die vierte davon (f') biegt sich die grosse Baucharterie nach abwärts unter den Nervenstrang.

Die Nerven dieser Abtheilung verlaufen ausschliesslich zu den Füssen, und zwar das erste Paar zu jenen, die ich als drittes oder letztes Paar der Kieferfüsse bezeichnen möchte, wenn sie auch in ihrer Gestaltung nur wenig von den folgenden abweichen. Die übrigen fünf Nervenpaare gehen dann zu den fünf anderen Fusspaaren.

Aus dieser Gangliengruppe hervorgekommen vereinigen sich die beiden Commissurstränge unter starker Convergenz zu einem nunmehr scheinbar einfachen Strange, durch dessen Hülle man eben die beiden getrennt neben einander verlaufenden Stränge von Ganglion zu Ganglion hindurch erkennt. Die sechs Ganglienpaare dieses letzten Abschnittes (Fig. 1g.) der Bauchkette sind alle gleich gross und liegen in viel grösseren Entfernungen von einander als die früheren. Wie die Längsstränge durch Vereinigung in eine gemeinsame Scheide scheinbar verschmolzen sind, so zeigen sich auch die Ganglien jedes Paares einander so genähert, dass eine sie verbindende Queercommissur nicht leicht unterscheidbar ist.

Jedes Ganglion schickt zwei Nervenstämmchen nach seiner Seite ab, die stärkeren Aeste davon gehen nach den gabelförmigen Anhängen des Postabdomens, die des letzten Ganglions vorzüglich in die Seitentheile des Schwanzes.

Der histiologische Bau der Ganglien konnte von mir nicht näher berücksichtigt werden, dagegen ward am peripherischen Nervensysteme überall wahrgenommen, dass die Fasern desselben, — wenn man einen von glasheller Scheide umgebenen Nervenzweig oder Stamm mit diesem Namen bezeichnen darf — eine fibrilläre Streifung besitzen, die bis zu den feinsten, homogen erscheinenden Verzweigungen hinreicht. Kernge-

bilde waren nur im Neurilemma vorhanden, wo dieses differenzirt erschien. Ueber die Endigungsweise der Nerven liegen mir speciellere Beobachtungen vor, die an den Nerven des Cephalothorax gemacht wurden. Die grösseren hier anzutreffenden Stämmchen verzweigen sich unter der weichen, aus mosaikartigen Zellen gebildeten Hautschichte, oder vielmehr zwischen ihr und den im Cephalothorax liegenden Organen zu einem reichen Geflechte, dessen Ende ein Netzwerk feiner Fäserchen ist. Die Maschen dieses Netzes sind nur von solchen Elementen gebildet, welche bereits die Streifung verloren haben oder statt derselben mit einer feinen Punktirung versehen sind, die letztere erscheint vorzüglich an den Theilungswinkeln, welche Stellen dann ein fein granulirtes Aussehen darbieten und immer mit einem, manchmal sogar mehren Kernen, versehen sind, so dass diese Bildungen fast ganz mit jenen Nervennetzen übereinstimmen, wie sie zuerst Leydig bei *Carinaria* beschrieben hat. Nur einen Unterschied muss ich hier hervorheben, nämlich das Vorkommen von einer Nervenscheide, einem Neurilem selbst an den feinsten Verzweigungen, welche Hülle nur durch ihren geringeren Durchmesser von jener der stärkeren Stämmchen differirt.

Bezüglich der Sinneswerkzeuge sind meine Beobachtungen nicht vollständig, und ausser der Ganglienbildung am Sehnervenende, welche nach übereinstimmenden neueren Untersuchungen bei allen Arthropoden mit zusammengesetzten Augen sich zu finden scheint, habe ich nichts Näheres über dieses Organ zu berichten. Von Gehörorganen ist keine Andeutung vorgekommen, weder an der innern Antennenbasis, noch sonst wo im Körper. (Auch Leuckart hatte schon vergeblich — an Weingeistexemplaren — nach diesen Organen gesucht. Archiv für Naturgesch. 1853, p. 259.) Um so auffallender musste mir eine Notiz von Kröyer (Nogle Bemärkninger om Kraebsdyrenes Höreredskaber etc. in Kongelige Danske Vidensk. Selsk. Skrifter 1856) sein, in welcher über die Gehörorgane der Phyllosomen ziemlich bestimmte Angaben gemacht sind. Es heisst dort, dass man in der Hirnmasse, aber „erst durch starkes Pressen mittels einer Glasplatte“ Hörsteine

zum Vorscheine kommen sieht. Dennoch scheint Kröyer seiner Sache nicht ganz sicher gewesen zu sein, da er ausdrücklich bemerkt, dass ihm nur schlecht conservirte Exemplare zu Gebote standen.

Nahrungskanal.

Der Eingang in den Nahrungskanal, der Mund, findet sich wie bei den Decapoden auf der Unterfläche des Cephalothorax, aber soweit nach hinten gerückt, dass er fast am hinteren Rande desselben liegt. Er bildet eine kurze Längsspalte, welche seitlich von ein Paar wulstig vorstehenden Kiefern und von oben her durch eine gleichfalls gewulstete Oberlippe überragt ist. Ausserdem sind noch einige kurze, mit 3 scharfen Zacken geendete Kiefern jederseits um die Mundöffnung angebracht. Sowohl an die beiden als Kiefer wirkenden seitlichen Wülste, als an die Oberlippe inseriren sich starke trianguläre Muskeln, welche mit ihrer Basis an die Innenfläche des Kopfbrustschildes befestigt sind. Diese Muskulatur zeigt sich im Allgemeinen kleeblattförmig angeordnet, indem sie in 3 Hauptmassen von den 3 beschriebenen Kiefertheilen ausstrahlt. In Fig. 1 a sind die beiden seitlichen Kiefer und die Oberlippe gezeichnet. Von diesen Theilen umfasst steigt der Anfangstheil des Nahrungskanals gerade nach aufwärts und bildet daselbst, im rechten Winkel gebogen, eine Oesophagealerweiterung, um gerade am Ende des Cephalothorax in einen grösseren, äusserlich rund geformten Abschnitt überzugehen. Dieser Abschnitt zeigt keine Erweiterung des Lumens, da seine muskulösen Wandungen zwei seitliche Vorsprünge bilden, deren Oberfläche Kauplatten vorstellen. Die strukturlose Chitinhaut des Oesophagus geht nämlich hier in eine plattenartige Verdickung über, welche durch gelb-bräunliche Färbung ausgezeichnet ist. Die Muskelfasern der Wandung dieses Abschnittes formiren zwei seitliche starke Bündel, durch welche der plattenbedeckte Vorsprung vorzüglich gebildet wird. Es ist dieser Abschnitt (Fig. 1 b), den ich als Kaumagen betrachten darf, nur einer geringen Erweiterung fähig, die im höchsten

Falle dem Lumen des Oesophagus gleichkommt, vom übrigen Darmkanale aber immer übertroffen wird. Ein faltenförmiger Vorsprung grenzt den Kaumagen von dem nächstfolgenden weiteren Abschnitte ab, den ich gleich als Chylusmagen (Fig. 1 c) bezeichnen will. Es besteht dieser aus einem mittleren Theile, der sich nach beiden Seiten hin in einen weiten, nach vorne gerichteten Schlauch (den Lebergang) fortsetzt, und aus einem weiter nach hinten gelegenen Theile, der sich anscheinend kontinuirlich in den eigentlichen Darm fortsetzt. Dieser letztere verläuft völlig gerade als ein im leeren Zustande nur $^{1}/_{5}$''' dicker Cylinder bis zum letzten Körpersegmente, auf dessen Unterfläche er mit einer Längsspalte, dem After, sich öffnet (e). Nur hier am After ist das Darmrohr inniger mit dem Integument verbunden, und zwar vorzüglich durch einen Muskelapparat. Seitlich an der Afterspalte entspringen zwei Flügelmuskeln, die mit convergirenden Bündeln an der Wand des letzten Segmentes (welches das mittlere Glied der Schwanzflosse bildet) sich inseriren. Sie wirken als Dilatatoren des Anus. Zwei längere Muskeln entspringen etwas über den vorigen und fügen sich dem Rückentheile des vorletzten Segmentes an; es sind die levatores ani. —

In histiologischer Beziehung verhält sich der Darmkanal ziemlich einfach. Er lässt zu äusserst eine helle Schicht von sehr geringem Durchmesser erkennen, in welcher einzelne Kerne vorkommen. Zellen habe ich nicht erkannt. Nach innen von dieser Peritonealhülle folgt eine Muskelschicht, aus eng an einander liegenden Ringfasern bestehend, welche bis zum Ende des Kaumagens verfolgt werden kann und schon vorher vor der Einmündung der Lebergänge in den Chylusmagen ihre Fasern unter unregelmässigen Durchkreuzungen netzförmige Anastomosen bilden lässt, die im übrigen Darmkanale fehlen.

Ob auch der Länge nach verlaufende Muskelelemente in der Darmwand vorkommen, muss ich dahin gestellt sein lassen, da in meinen Notizen davon keine Erwähnung geschieht. Innen findet sich ein Epithelialüberzug, der bei weitem die

wichtigste aller Darmschichten bildet, indem seine Dicke 0,010—1,014''' beträgt. Es sind viereckige, mit gewölbter Oberfläche im Darmlumen vorspringende Zellen, die eine so verschiedene Grösse besitzen, dass sie bei weitem nicht jenes hübsche Mosaik bilden, wie diess von den Epithelien verwandter Arthropoden bekannt ist.

Eng der Oberfläche des Epithels angelagert, alle Furchen und Falten überziehend, findet sich eine glashelle Chitinhaut, welche von den Kauplatten des ersten Magenabschnitts in den zweiten verfolgt werden kann und im Anfangstheile des letzten mit langen nach rückwärts gerichteten Borsten und borstenartigen Auswüchsen besetzt ist. Dieser Besatz beschränkt sich vorzüglich auf das Mittelstück und grenzt sich ziemlich scharf gegen die Seitentheile des Chylusmagens ab, während er nach hinten, gegen den Darm, nur allmälig schwindet, indem die Borsten nach und nach in immer kleinere Höckerchen übergehen. Weiterhin, im eigentlichen Darme; ist die Chitinhaut völlig glatt, und zeigt bei stärkerer Vergrösserung nur eine fein polygonale oder quadratische Zeichnung, die sich mit grosser Sicherheit auf die als Matrix dienenden Epithelzellen zurückführen lässt. Durch diese verschiedene Bildung der Chitinhaut werden somit die einzelnen Abschnitte des gesammten Darmkanals ebenso genau unterscheidbar, als durch ihre äussere Configuration.

Von ganz überraschendem Baue erscheint die Leber. Sie ist nämlich von glasartiger Durchsichtigkeit, wie fast sämmtliche übrigen Organe des Thieres, zeigt sich genau der abgeflachten Körperform adaptirt, also gleichfalls flächenartig ausgebreitet, und nimmt, aus zwei gleich grossen Büscheln bestehend, fast den ganzen Hohlraum des Kopfbrustschildes ein. Zwischen ihren beiden Hälften (Fig. 1 f) bleibt nur ein verhältnissmässig schmaler Raum übrig, der nur vorne zur Aufnahme des Gehirns sich etwas erweitert zeigt.

Es sind dies die „zahllosen Kanäle", welche Guérin (Magasin de Zoologie 1833) zum Kreislaufsysteme rechnen möchte, welche Ansicht aber schon bald darauf von Milne-Edwards (Hist. nat. des Crustacées T. II. p. 475) verwor-

fen wird, indem er in diesem Apparate, jedoch ohne Näheres über seinen Bau zu melden, das „Analogon der Leber“ richtig vermuthet hat.

An jeder Leberhälfte zähle ich 45—50 Schläuche, deren geschlossene, abgerundete oder schwach zugespitzte Enden sämmtlich am Seitenrand des Cephalothorax liegen, und die alle einen bogenförmigen Verlauf nach innen nehmen, um sich nach und nach unter einander zu vereinigen, und endlich jederseits in einem gemeinschaftlichen Gange aufzugehen, von dessen Einmündung in die Seiten des Chylusmagens schon oben gesprochen ward. — Der Verlauf der einzelnen Blindschläuche, die sämmtlich in einer Ebene liegen, ist etwas wellenförmig, und zwar kann man grössere solcher Biegungen unterscheiden, die schon dem unbewaffneten Auge deutlich sind und an denen sich grössere Strecken der Kanäle betheiligen, sowie noch kleinere wellige Biegungen, die in sehr kurzen Zwischenräumen in jedem Blindschlauche sich darstellen, und die um so mehr abnehmen, je näher man der Vereinigungsstelle kommt. Da wo schon mehrere Blindschläuche zusammengeflossen, sind nur noch die grösseren Schlängelungen sichtbar.

Zwischen den einzelnen Schläuchen sind zahlreiche Verbindungsbrücken vom Rücken zum Bauchtheile des Kopfbrustschildes angebracht, die unter dem Mikroskope durch ihre dunkle Färbung sich auszeichnen und in ihrem Innern Fortsätze des Chitinskelets einschliessen. Es wird durch diese Pfeiler — oder säulenartigen Bildungen — eine Verbindung der obern und untern Lamelle des Kopfbrustschildes bewerkstelligt, wie auch durch sie eine allzu beträchtliche Annäherung oder gar Berührung der ohnediess schon einander sehr nahe liegenden Platten verhütet wird.

Der feinere Bau der Blindschläuche zeigt sich ziemlich einfach; zu äusserst erkannte ich eine einfache Lage ringförmig angeordneter Muskelfasern, welche, wie die der übrigen Organe, deutlich quergestreift sind und so dicht neben einander liegen, dass Verästelungen oder Anastomosen zu fehlen scheinen. Ihre Verbreitung ist über das gesammte Le-

berorgan von den äussersten Enden der Blindschläuche an bis zur Einmündung der Lebergänge in den Darm, wo die Anordnung der Muskelfasern eine mehr unregelmässige wird und im Uebergang in die jenem Darmabschnitt (dem Chylusmagen) zukommende Muskulatur beobachtet werden kann.

Nach innen von der Muskelschicht folgt eine, die Grundmembran vorstellende homogene Schicht, ein dünnes stark lichtbrechendes Häutchen, dessen Contouren bei gewissen Focuseinstellungen besonders an den Theilungsstellen der Schläuche sichtbar werden. Die innerste Lage bildet das Epithel, es ist die eigentlich drüsige Parthie der Leberschläuche und wird von mehr platten und pflasterartigen Zellen gebildet, deren Grösse zwischen 0,010—0,018''' schwankt. Bei lebenden Thieren ist diese Epithelschicht fast durchsichtig, sie enthalten fast immer nur wenige kleine Körnchen und einen nicht schwer erkennbaren Kern. Bei todten Thieren trübt sich der Inhalt etwas, ohne aber bedeutend undurchsichtig zu werden. Eine Cuticularbildung, wie sie Karsten beim Flusskrebs, Leydig bei *Gammarus*, *Argulus* u. s. w. beschreibt, ist mir nicht zu Gesicht gekommen.

Die einfache Lage der Zellen — denn so muss ich das Beobachtete auffassen — sowie ihr spärlicher Inhalt an Körnchen, besonders aber an Fett und Farbstoffen, die sonst in der Leber der Crustaceen überall vorzukommen scheinen, diess deutet Alles auf eine geringe Absonderungsthätigkeit des Organes, und dem entsprechend ist auch nur selten im Lumen der Kanäle ein geformter Inhalt erkennbar. Man trifft nur auf einzelne spärliche Körnchen, die gegen das blinde Ende der Schläuche häufiger werden und dort manchmal zu kleinen Klumpen zusammengeballt sind. Durch die gar nicht selten vorkommenden Contractionen, die oft wellenförmig über eine grössere Strecke hinschreiten, werden diese geformten Bestandtheile des Inhalts in der reichlich vorhandenen Flüssigkeit umhergetrieben.

Man könnte, auf meine eigenen Angaben gestützt, die Deutung des von mir schon von vorne herein als „Leber" angeführten und näher beschriebenen Organes beanstanden,

und mag vielleicht auch darin noch einen Gegengrund finden, wenn ich weiter berichte, dass auch Darmcontenta oder Partikelchen davon in die Blindschläuche eintreten können, so dass also diess Organ fast nur als eine Ausstülpung des Magens, wenn auch in ganz eigenthümlicher Weise sich herausstellte. Ein ähnlich gebautes und verästeltes Organ hat ja auch Leydig bei *Argulus foliaceus* (Zeitschr. f. wiss. Zoologie Bd. II, p. 12) für eine Divertikelbildung des Darmkanals erklärt und ihm seine Bedeutung als Leber abgesprochen. Die farblosen oder wenig gefärbten Wandungen, die Uebereinstimmung im Baue mit den Magenwänden selbst, sowie das Vorkommen von Ingestis in den schlauchartigen Verzweigungen haben Leydig zu dem besagten Urtheile bestimmt, und man kann wohl auch sagen theilweise berechtigt. Obgleich nun bei *Phyllosoma* der Bau des fraglichen Organes in den meisten Theilen mit dem des Magens, oder im Allgemeinen des Darmkanals übereinkommt, obgleich auch die Absonderungsthätigkeit sicherlich eine höchst geringe ist, keinesfalls aber farbige Excrete, analog wie in den Leberorganen verwandter Thiere, in den Epithelien der Blindschläuche gebildet werden, und obgleich ferner zwischen dem Magen und dem Lumen der Ausführgänge des Organes eine stets offene Kommunikation besteht, so muss ich doch bei meiner Bezeichnung des in Rede stehenden Organes stehen bleiben, indem vom anatomischen Standpunkte aus diese die allein gerechtfertigte ist, selbst wenn auch die Funktion weniger entschieden nach dieser Richtung hin sich entwickelt [1]).

Es besteht hier eine grössere Reihe von Homologien, die etwa von der entwickelten Leber des Flusskrebses, durch mannichfache Uebergangsstadien hindurch, die bei *Phyllosoma* gesehene Bildung umfassend, bis zu den verästelten Magenschläuchen des *Argulus* reicht, und innerhalb welcher

[1]) Auch Leydig scheint von seiner früher (l. c.) bei *Argulus* festgehaltenen Ansicht zurückgekommen zu sein, da er neuerlich in seinem Lehrbuche der Histologie pag. 363 von der Leber des *Argulus* spricht, unter der er wohl nur die verästelten „Magenanhänge“ meinen kann.

Reihe ein bedeutender Grad der funktionellen Deklination möglich sein kann, ohne dass das Organ morphologisch aufhört dasselbe zu sein. Es ist gerade eine wesentliche Aufgabe der vergleichenden Anatomie, den Typus selbst dann noch zu erkennen, wenn die physiologische Bedeutung ihn verhüllt hat.

Von anderen Drüsengebilden des Darmkanals ist nichts mir zur Beobachtung gekommen. Die von mir in der früher gegebenen kurzen Notiz angeführten Drüsen, welche ich damals, durch ihre Lage und die Richtung ihres Ausführganges geleitet, mit Speicheldrüsen verglichen hatte, gehören wohl schwerlich dem Verdauungsapparate an.

Gefässsystem.

Die einer mikroskopischen Untersuchung des lebenden Thiers so günstigen Körperverhältnisse der Phyllosomen erlaubten bezüglich des Blutkreislaufes und seiner Bahnen eine vollständigere Reihe von Beobachtungen, wie sie bei nur wenigen anderen Krustenthieren angestellt werden können.

Das Herz (Fig. 3 A) liegt als ein länglicher oder längsovaler Schlauch in der Mitte des Abdomens, etwa in gleicher Breite mit dem ersten und zweiten Paare der wahren Füsse und oberhalb der ersten 6 Ganglienpaare der Bauchkette. In seiner Lage befestigt wird es ausser durch die von ihm abgehenden Arterien noch durch eine jederseits sich an ihm inserirende Membran, die sich von der Mitte des Herzens aus in etwas bogigem Verlaufe nach vorne und aussen begiebt. Endlich schien mir noch hinter der Insertionsstelle der letzteren an jeder Seite eine Befestigung stattzuhaben, deren Art nicht näher zu ermitteln war. Bei der Systole bildet sich nämlich hier jedesmal ein kleiner Vorsprung, der nicht wohl anders als durch ein hier sich inserirendes Ligament zu erklären war.

Die Form des Herzens wechselte nach der Thätigkeit, breiter und kürzer war es bei der Diastole, beim Akte der Systole länger und schmaler. Die grösste Breite während

der Diastole trifft besonders die vordere Hälfte, während die hintere sich mehr zugespitzt zeigt.

Hinsichtlich des feineren Baues der Herzwand bemerke ich das Vorkommen verästelter Muskelfasern, die sich vielfach unter einander verflechten, dabei aber den ringförmigen oder schrägen Verlauf vorwalten lassen. Es zeichnen sich diese Fasern vor denen der übrigen Organe durch ihre grössere Feinheit und Blässe aus, wie sie denn auch die Queerstreifung weit weniger ausgeprägt besitzen und dieselbe oft nur durch feine Punktreihen angedeutet ist.

Ausser den mit den arteriellen Bahnen zusammenhängenden Oeffnungen sind noch 6 symmetrisch gelagerte Spalten, die venösen Ostien des Herzens. Vier davon sind auf der oberen und zwei auf der unteren Fläche befindlich. Die vier oberen (Fig. 5 o) sind von vorne und aussen nach hinten und unten gerichtet, und sind paarig auf die vordere und hintere Hälfte des Herzens vertheilt. Das hintere Spaltenpaar kann auch als seitliches aufgefasst werden, indem der eine Winkel der Spalte sich auf der Seite nach vorne und unten herüberbiegt. Die beiden unteren Spalten (Fig. 1 a) sind mit ihrem inneren vorderen Winkel gegen einander gerichtet, während der hintere schräg nach aussen sieht. Die Uebereinstimmung des Baues des Herzens und der Anordnung seiner Spaltöffnungen mit den bei den Decapoden bekannten Einrichtungen, besonders wie sie von Lund (Isis 1825) und Schultz (Isis 1829) beim Hummer und bei der *Maja* beschrieben wurden, ist demnach eine überraschende. Vielleicht kann auch diese meine Beobachtung an *Phyllosoma* dazu dienen, den von obigen Forschern entdeckten Thatsachen, namentlich gegen die Angaben von Milne-Edwards, eine neue Stütze zu sein.

Jede der beschriebenen Spalten wird theils durch die Annäherung ihrer Ränder, theils durch das Vortreten einer jederseits vom Rande entspringenden Membran, also durch eine wahre Klappenbildung, geschlossen, und öffnet sich bei der Diastole, indem theils die Ränder aus einander weichen, theils die vorliegende Klappenmembran sich nach innen schlägt.

Die Klappe legt sich dabei nicht an die Innenseite der Herzwand an, sondern steht frei ins Lumen vor, um bei der nächsten Systole sich wieder verschliessend der Spalte vorzulegen.

Nach vorne entsendet das Herz drei Arterien und dieselbe Zahl auch nach hinten.

Die ersteren sind beinahe sämmtlich von gleicher Stärke. Eine mittlere (Fig. 3 a) liegt in Verlängerung der Längsachse des Herzens, verläuft gerade nach vorne und gelangt, den Cephalothorax durchsetzend, ohne irgend eine Verzweigung einzugehen, zum Gehirne, an welches sie zwei dicht neben einander entspringende Aeste (b) giebt. Bei einem Exemplare hatten diese beiden Aeste einen gemeinsamen Ursprung, und die Theilung fand erst dann statt, nachdem die Kommissur durch die beiden Hirnhälften hindurchgedrungen und auf der entgegengesetzten, der oberen, Fläche angelangt war. Das Ende der Arterie verläuft unter dem Gehirne, also durch den Schlundring hindurch zu den Augenstielen, spaltet sich hier in zwei gleiche Aeste, deren jeder in den betreffenden Augenstiel eintritt und darin noch eine Strecke weit beobachtet werden kann. Der Verlauf und die Verzweigung dieser mittleren Arterie thut dar, dass sie der „artère ophthalmique“ der französischen Autoren analog ist.

Die beiden seitlichen Arterien (Fig. 3 a' a') gehen zwar dicht neben der mittleren aus dem Herzen hervor, divergiren aber alsdann etwas, so dass sie einen schwachen nach aussen gerichteten Bogen beschreiben. Hierauf verläuft jede parallel der mittleren in den Cephalothorax, divergirt über dem Munde von neuem nach aussen, um erst im vorderen Drittheile des Cephalothorax wieder den Parallelverlauf mit der mittleren zu beginnen und dann ihre Endverzweigung in dem äusseren und inneren Fühlerpaare zu finden. Der innere Fühler empfängt nur einen einzigen Zweig (g), der äussere deren zwei (h). Ausserdem haben noch zahlreiche Aeste auf dem ganzen Wege der Arterie ihren Ursprung genommen, so dass die terminalen Fühlerzweige schon zu den dünneren gehören.

Alle abgehenden Aeste entspringen von der äusseren Seite der Arterie; es sind folgende:

a) Ein nach rückwärts verlaufender Zweig entspringt gleich nach der ersten Bogenbildung und tritt zu einem später zu erwähnenden Drüsenpaare (Fig. 3 d).

b) Ein starker Zweig nach vorne und rückwärts verlaufend gelangt zu den Mundtheilen, namentlich zu den Kiefern (e).

c) Vier bis sieben im Cephalothorax abgehende Zweige versorgen vorzüglich die Leber (f, f', f'', f''').

d) Nahe vor der Endverzweigung in die Antennen gehen noch einige kleine Gefässe zum Gehirn ab und bilden mit den von der Medianarterie kommenden Aesten den das Gehirn umspinnenden Plexus.

Im Endverbreitungsbezirk stimmt diese Arterie mit der von Milne-Edwards und Audouin als art. antennaire beim Hummer beschriebenen überein, sie unterscheidet sich aber von jener dadurch, dass sie zahlreiche Leberäste abgiebt, welche beim Hummer einer besonderen Arterie entstammen.

Die vom hinteren Ende des Herzens entspringenden drei Arterien lassen sich wieder als eine mittlere und zwei seitliche betrachten.

1) Die mittlere, der „artère abdom. supérieure" nach Audouin und Milne-Edwards entsprechend, setzt sich über dem Darmkanale gerade nach hinten fort, verläuft hier bis in die Höhe des ersten Ganglion des Postabdomens ohne Aeste abzugeben (i), und nimmt von hier an einen etwas geschlängelten Verlauf, auf welchem sie in jedem Segmente des Postabdomens nach beiden Seiten einen Ast abgiebt. Es sind diese Arterien (k^{I} — k^{VI}) immer in constanter Zahl vorhanden und für die Muskulatur des Schwanzes bestimmt. Sie nehmen von vorne nach hinten allmälig an Dicke ab, wie auch das Endstück des Stammes bei seiner dreitheiligen Endigung im letzten Schwanzsegmente äusserst unbeträchtlich geworden ist.

2) Die etwas links von der vorigen, aber dicht an ihr aus dem Herzen hervorgehende zweite Arterie ist die stärkste;

sie wendet sich, bogenförmig den Darm umgreifend (l), nach unten, und tritt zwischen dem 10ten und 11ten Ganglienpaare (dem 4ten und 5ten Paare der grösseren Ganglien) des Abdomens, durch den Bauchstrang hindurch, bis dicht über die Bauchfläche des Körpers, wo sie in eine nach vor- und rückwärts der Medianlinie des Abdomens und Postabdomens entlang verlaufende Arterie (m, m′) sich fortsetzt. Von dieser werden vornehmlich die Füsse versorgt; sie entspricht der artère abdom. inférieure von Aud. und M. Edw. — Wir können sie als Baucharterie bezeichnen. Ihr vorderes Ende liegt unter und hinter dem Munde und zeigt eine gabelförmige Theilung, durch welche je zwei zu den vorderen Kieferfusspaaren gelangende Aeste (n′) entstehen. Ein Seitenast davon (n) geht an die Mundorgane. Hinter dieser Gabeltheilung der Baucharterie geht ein zweites Paar von Aesten (n″) zum zweiten Kieferfusspaare, und nun folgen noch fünf Paare (o^{I}—o^{V}), welche in gleichmässigen Abständen zu den fünf Fusspaaren [1]) gehen. Die Arterien des dritten Fusspaares entspringen genau da, wo der Stamm in den nach vorne (m′) und rückwärts (m) verlaufenden Theil sich spaltet. Nach dem Abgange der letzten Fussarterien sind es nur noch unbedeutende Zweige, die von dem nun bedeutend schwach gewordenen Endstücke der Baucharterie abgehen und die fussartigen Anhänge des Postabdomens mit Aestchen versehen und sich in der Körperwand auflösen. Das Ende der Baucharterie reicht so bis an das letzte Schwanzsegment, Sämmtliche zu den Füssen verlaufende Arterienäste geben kurz vor ihrem Eintritte in erstere einen Zweig für die Muskeln ab. —

3) Die dritte rückwärts verlaufende Arterie (q) verhält

1) Ich muss mich hier wegen meiner Terminologie der Füsse rechtfertigen, da ich von der bisher üblichen Weise abweichend den Phyllosomen nur 5 Fusspaare zuschreibe und die beiden anderen davor gelegenen schwächeren Fussbildungen als „Kieferfüsse" auffasse. Ich wurde hiezu durch die Grössenverhältnisse der Anhänge, vorzüglich aber durch die obwaltende Analogie mit den Decapoden bestimmt. Wem bekannt ist, wie wenig streng die Natur selbst die Form und Bedeutung der einzelnen gegliederten Anhänge der Crustaceen geschieden hat, der wird sich hiedurch nicht stören lassen.

sich bezüglich ihres Ursprungs völlig symmetrisch mit den vorigen, ist aber um vieles kleiner und überhaupt das unbedeutendste aus dem Herzen hervorkommende Gefäss. Sie wendet sich gleichfalls nach unten, bleibt aber hier am Darmkanale, den sie sowohl auf- als abwärts mit Zweigen versorgt.

Bezüglich des Verhaltens der feinsten Gefässe lieferten an verschiedenen Körperstellen angestellte Beobachtungen das bestimmte Resultat, dass durch zahlreiche Anastomosen der immer kleiner gewordenen Arterien ein Capillarnetz hergestellt werde, welches mit seinen Maschen die verschiedenen Organe umzieht. Solches ward gesehen in der Muskulatur, so namentlich an den Muskeln der fussartigen Anhänge des Postabdomen (wovon Fig. 4 eine Skizze giebt), dann am Bauchstrange des Nervensystems, und endlich noch am Gehirne, von welchem schon oben der Plexusbildung der grösseren Arterien gedacht ward. Einen Uebergang dieser feinsten Gefässnetze in Venen habe ich nie gesehen, und muss auch an der Wahrscheinlichkeit zweifeln, dass im Falle letztere vorkämen sie mir entgangen wären, da ich lange und eifrig mit dem Studium der rückleitenden Blutbahn mich beschäftigt hatte. Eben dies Bestreben leitete mich vielmehr zur Erkenntniss von freien Mündungen in die Leibeshöhle, von Oeffnungen, welche sowohl an dem Netze der feinen Arterien-Capillaren, als auch am Ende grösserer Gefässzweige sich finden, und aus denen der hervorkommende Blutstrom sich in die lacunäre Bahn begiebt.

Ich habe den Lauf des Blutes auf diesen wandungslosen Wegen im ganzen Körper verfolgen können, und fand, dass auch bei *Phyllosoma* eine regelmässige Strombildung geschieht, und dass selbst dann, wenn manchmal eine Aberration statt hat, und einzelne Seitenströme sich auf kurze Momente abzweigen, immer wieder eine Sammlung im Hauptstrome statt hat. Diese rückkehrende Strömung stellt sich der Hauptsache nach in folgender Weise dar: das aus den Antennen, den Augen und dem Kopfganglion (Gehirne) kommende Blut sammelt sich vorne im Cephalothorax in zwei Hauptströmen, welche jederseits am Rande des Cephalothorax nach rück-

wärts verlaufen und einen Theil des Blutes, welches hier aus den zahlreien Leberarterien ergossen wird, mit sich vereinigen. Der Hanpttheil dieser seitlichen Ströme gelangt am hinteren Ende des Cephalothorax ins Abdomen, ein anderer nicht unbeträchtlicher Theil zweigt sich auf diesem Wege beständig vom Seitenstrome ab, wendet sich, sowohl über als unter der Leber, demnach immer dicht unter der Körperbedeckung verlaufend, nach innen, und formirt auf diese Weise jederseits eine Anzahl von kleineren Strömen, welche in gebogenem Verlaufe von aussen und vorne nach innen und hinten gehen, also die Bahnen der Leberarterien, sowie auch die Leberschläuche selbst, in schiefer Richtung kreuzen. Der Rückentheil dieser Bahn nimmt noch einen Theil des Blutes der Leberarterien auf, und bildet endlich noch einen mittleren Hauptstrom, der um die Kopfarterie rückwärts läuft. An der Vereinigung des Cephalothorax mit dem Abdomen tritt alles Blut nach hinten und gelangt in die Nähe des Herzens.

Im hinteren Körpertheile, wo die Muskulatur der Füsse u. s. w. das Studium des Blutlaufs sehr erschwert, bemerkte ich nur, wie das Blut aus dem Postabdomen und aus den Füssen sich wieder in zwei Ströme sammelt, welche nach vorne gewendet gleichfalls zum Herzen gehen. Das gesammte rückkehrende Blut tritt hier in einen sinusartigen Behälter ein, der aber nur nach hinten zu eine bestimmte Grenze besitzt, indem eine dünne Membran von den Seiten des Herzens aus eine Strecke weit nach vorne sich ausspannt. Es wurde dieser Membran schon oben gedacht, da von der Befestigung des Herzens gesprochen ward. Ihre Lage und Ausdehnung zeigt, dass sie ebenso zur Ansammlung des Blutes dient, wie sie auch dem senkrechten Aufeinandertreffen der von vorne und hinten dem Herzen zueilenden Ströme begegnet. Sie entspricht dem sogenannten Pericardium der höheren Decapoden, welches ebenfalls einen Blutbehälter umschliesst und die von den Athemorganen kommenden Venenstämme aufnimmt, welches aber aus eben diesem Grunde in seiner Bedeutung für den Kreislauf ebenso gut einem Vorhofe, Atrium, zu vergleichen ist. Die geringe Ausbildung dieser Vorhofwan-

dung bei *Phyllosoma* geht Hand in Hand mit den eigenthümlichen Verhältnissen der Respiration und mit dem mangelnden Venensystem, von welchem die Vorhofbildung immer einen Theil ausmacht. Das aus den Körperarterien entleerte Blut wird hier nicht in besonderen Bahnen Athemorganen zugeführt, sondern tritt alsbald wieder seinen Weg zum Herzen an, wo der von vorne kommende Strom direkt vom Sinus empfangen wird, während der an dem hinteren Körpertheile rückkehrende erst seitlich die Sinuswand umfliesst. —

Die Vergleichung des geschilderten arteriellen Gefässsystems mit dem anderer Crustaceen, zeigt, wie bis auf einige ganz untergeordnete Punkte derselbe Typus obwaltet, den wir von den Decapoden, und zwar von den Macruren kennen, welches Verhältniss ich schon bei den einzelnen Arterienstämmen hervorhob, so dass es eigentlich nur das bei jenen entwickelte Venensystem [1]) ist, welches uns hindert, den gesammten Cirkulationsapparat der Phyllosomen jenem der langschwänzigen Decapoden innig anzureihen. Es kann dies aber dann geschehen, wenn wir bei den Flachkrebsen die niedere Organisationsstufe nicht verkennen, die, von dem Fehlen besonderer Athemorgane aus, auch modificirend auf die Kreislauforgane einwirkt.

Athemorgane.

Wie aus dem Vorstehenden mehrfach zu ersehen ist, wird die Athmung durch die Integumente vermittelt, die hiezu durch ihre geringe Dicke, sowie durch grosse Flächenentwickelung, besonders am Cephalothorax, geeignet sind. Es fehlen aber dennoch die Theile nicht, welche als die morphologischen Analoga der Kiemen angesehen werden müssen, es sind gefiederte Anhänge der Füsse.

1) In der trefflichen Dissertation von E. Haeckel: De telis quibusdam Astaci fluviatilis, Berol. 1857, wird dieser geschlossene Kreislaufapparat der Decapoden, wie ihn Joh. Müller nachweisen konnte, beschrieben. Die Bestätigung dieser von Milne-Edwards und Audouin (Ann. des sc. nat. 1827) gemachten Entdeckung, welche von ersterem zum Theile wieder aufgegeben ward, ist auch von Joh. Müller's Handbuch d. Physiologie angeführt (vgl. 4te Aufl. 1. Bd. p. 137).

Geschlechtsorgane sind bei keinem der untersuchten Individuen aufzufinden gewesen. Dagegen habe ich noch einer Drüse zu erwähnen, die paarig jederseits in der Nähe des Magens vorkömmt (Fig. 1 b). Sie besteht aus einer Anzahl von rundlichen Läppchen, die eng mit einander verbunden sind und je einen kurzen Ausführgang in den gemeinsamen, die ganze Länge der Drüse durchziehenden rechtwinklig einsenken. Aus der Drüse hervorgekommen neigt sich der Gang gegen die Medianlinie des Körpers, lagert nahe an dem Ausführgange der Leber und entzieht sich hier der ferneren Beobachtung. Die nähere Erörterung der Frage von der Bedeutung dieser Drüsen muss ich offen lassen. —

Aus der inneren Organisation der Phyllosomen lassen sich für die systematische Stellung nicht unwichtige Resultate ziehen. Man sieht überall den Decapodentypus, wenn auch in einem niederen Stadium der Ausbildung, aber doch deutlich genug, um erklären zu dürfen, dass hier nichts vorliegt, welches eine Vereinigung mit den Stomapoden — den Squillinen nämlich — rechtfertigte. Es haben auch schon Andere sich über die nothwendige Trennung der Phyllosomen von den Stomapoden ausgesprochen, und den Decapodentypus erkannt. So Milne-Edwards, Leuckart und Kröyer. Wenn diese Forscher vorzüglich durch die Verwerthung der äusseren Charaktere zu jenem Resultate kamen, so kann diess in den von mir gegebenen anatomischen Thatsachen nur eine Stütze finden. —

II. Ueber *Sapphirina.* (Hiezu Taf. V.)

Wenn man bei ruhiger See von der Barke aus in die Tiefe spähet, so wird das Auge nicht selten ein Schauspiel gewahr, welches zwar an Grossartigkeit von gar vielen Erscheinungen der Meereswelt übertroffen, an Lieblichkeit aber und an Reiz von vielleicht nur wenigen erreicht wird. Zahllose Lichtfunken tauchen auf, scheinbar leicht zu erreichen, aber in Wirklichkeit oft noch fadentief unter dem Spiegel.

Bald hieher, bald dorthin, höher oder tiefer auch, bewegt sich in kurzen aber raschen Sätzen jeder einzelne Funken, dessen Farbe bald sapphirblau, bald goldgrün, bald wieder purpurn leuchtet, und dieses wechselvolle Spiel wird noch durch veränderte Intensität erhöht. Ein Meerleuchten bei hellem Tage! Jede Bewegung bringt eine andere Erscheinung hervor, und jeder Ruderschlag führt die Barke über neue Schaaren hin, bis irgend ein Wind die Oberfläche des Meeres kräuselt und zu Wellen erhebt, und das ganze Schauspiel sinkt in die Tiefe.

Solches war zu beobachten an einigen Tagen des Januar 1853. Sonst war dieses Leuchten der Tiefe nur spärlich und selten. Seine Ursache ist bekanntlich ein doppeläugiger Copepode, *Sapphirina fulgens* Thomps.

Bezüglich der zoologischen Merkmale dieses interessanten Thierchens habe ich nur für die Körperform und Zahl der Segmente Einiges zu bemerken. Der äusserst flache, bis zu $1\frac{1}{2}'''$ lange Körper ist elliptisch geformt, vorne breiter, nach hinten zu sich verschmälernd. Männchen und Weibchen zeigen jedoch in der Körperform merkliche Unterschiede, so dass man mir vielleicht den Vorwurf machen könnte, nicht Zusammengehöriges vereinigt zu haben, zumal auch die Leuchterscheinung nur dem Männchen zukömmt, und auch in der inneren Organisation einige Differenzen zwischen beiden Geschlechtern ersichtlich sind. Ich erkläre aber gleich von vorne herein, dass ich für meinen Ausspruch triftige Gründe besitze, indem die bestehenden Unterschiede für zu unbedeutend, die übereinstimmenden Beziehungen aber, so besonders die ganz gleiche Skulptur der Körperanhänge (Füsse u. s. w.) als bestimmend angesehen werden muss. Auch kann ich noch beifügen, dass an jenen „Leuchttagen" immer die beiden Formen der *Sapphirina* fast in ganz gleicher Anzahl vertreten waren.

Was zuerst die bisher, wie es scheint, allein bekannten Männchen angeht, so kommt der Körper derselben in seinen Umrissen mit der von Thompson[1]) gegebenen Skizze

---

1) Die „Zoological Researches" dieses Autors waren mir unzugänglich.

überein, nur schienen die von mir untersuchten etwas schlanker. Körpersegmente zähle ich indessen 10, während der englische Beobachter deren nur 9 angiebt, was ich mir daraus erkläre, dass das letzte Körpersegment unrichtig aufgefasst ward. Statt desselben sind nämlich zwei getrennt neben einander stehende Gliedchen angegeben, deren jedes eine ovale Platte trägt; ich finde aber die Gliedchen an der Basis mit einander vereinigt, so dass sie das letzte, allerdings nur wenig entwickelte Segment bilden, welches auch die After-Spalte trägt [1]). Der letztere Umstand muss als entscheidend angesehen werden. Das Weibchen ist schmaler, schlanker und auch länger. — Die Körpersegmente verlieren rascher an Breite, gewinnen aber an Länge und nähern sich dadurch auffallend den verwandten Cyclopiden. Während so die auf den ersten grösseren Körperabschnitt folgenden 4 Segmente (Fig. 2, 2—5) graduell abnehmen, folgt mit dem sechsten Segmente eine plötzliche Verschmälerung. Dieses Stück trägt an einem fussartigen Anhange seiner ersten Hälfte die Eiersäcke, in seiner letzten Hälfte die Genitalöffnungen, und ist doppelt so lang als einer der übrigen Abschnitte (7. 8. 9. 10), die alle von nahebei gleicher Gestalt erscheinen, vorne immer etwas verengert, hinten dagegen breiter werdend und mit seitlichen Zacken vorragend. Das letzte, 10te Segment ist von dem des Männchens vorzüglich durch seine Grösse unterschieden und zeigt, anstatt einer beim Männchen sich findenden Einkerbung am Hinterrande, hier einen stumpfen Vorsprung, der die Ansatzstelle der beiden blattförmigen Schwanzanhänge trennt. —

Körperbedeckung.

Unter dem glashell durchsichtigen Chitinpanzer, der nur hie und da einzelne Streifungen zeigt, liegt eine Schicht platter, polygonaler Zellen, welche über den ganzen Körper zu

---

Ich kenne die Abbildung der *Sapphirina* nur aus der in der Hist. nat. des Crustacés enthaltenen Copie.

1) Ebenso verhält sich auch eine andere *Sapphirina*-Art, die statt der beiden Schwanzplatten nur ein Borstenpaar besitzt.

verfolgen ist. Es ist die Matrix der Chitinhülle, über deren histiologische Bedeutung wir bekanntlich Leydig die wichtigsten Aufschlüsse zu danken haben. Meine Erfahrungen in diesem Punkte lassen mich ganz den Anschauungen dieses Forschers folgen, und das was ich speciell hier bei *Sapphirina* — auch bei *Phyllosoma* — gesehen habe, kann jene Angaben nur bestätigen.

Die Elemente dieser Schicht sind überaus deutlich und lassen über das Vorkommen einer besonderen Wandung durchaus keinen Zweifel übrig, da sie durch Präparation nicht unschwer zu isoliren sind und sich dabei gruppenweise von der Chitinschicht ablösen [1]).

Es bieten diese Zellenelemente noch ein anderes Interesse dar, denn in ihnen ist der Sitz der oben erwähnten Farbenerscheinung beim Männchen, während dieselbe Zellschicht, obgleich histiologisch nicht verschieden, beim Weibchen nichts weiter Bemerkenswerthes aufzeigt. Untersucht man todte Exemplare, so findet man bei beiden Geschlechtern die bewussten Zellen einfach und mosaikartig neben einander geordnet und von einer Grösse von 0,03—0,06''' bestehen. Ein trüber, krümlicher oder fein molekulärer Inhalt hat sich mehr nach der Mitte zusammengeballt (Fig. 3) und verbirgt dort oft vollständig den runden, hellen Kern (Fig. 3 a). In einem jeden Segmente aus den hinteren Körpertheilen finden sich 2—3 Querreihen dieser Zellengebilde, an denen, wie mich meine Zeichnungen lehren, Theilungen nicht selten sind.

Beim Weibchen ist der Zellinhalt während des Lebens durchaus hell, so dass das Studium der inneren Organe nicht im mindesten beeinträchtigt wird. Das Männchen dagegen lässt im Leben beinahe dieselben Erscheinungen an jenen Zellen unter dem Mikroskope erkennen, wie man sie am frei lebenden Thiere beobachten kann, ja ich möchte sogar

---

1) Von Leydig sind in mehreren Fällen die Zellmembranen dieser Schicht nicht erkannt worden, so namentlich bei *Astacus*, was neuerdings von Häckel (Op. cit.) berichtigt ward.

das katoptrische Phänomen unter dem Mikroskope betrachtet noch brillanter nennen. Bei durchfallendem Lichte sowohl als bei auffallendem ist der Wechsel des Farbenspiels von Zelle zu Zelle zu beobachten, und während im letzteren Falle nur Metallglanz funkelt, so ist bei ersterem neben dieser Erscheinung noch ein dioptrisches Farbenspiel sichtbar. Oft grenzt sich eine Zelle von der benachbarten mit grösster Schärfe durch Farbe oder Metallschimmer ab, erscheint gelb, roth oder blau mit den verschiedensten Nuançirungen von einer Farbe in die andere übergehend, jedoch ohne alle Mittelfarben, ohne Grün, Violet oder Orange. Die beiden ersten Farben kommen dagegen bei dem katoptrischen Phänomen vor, bei welchem Blau die erste Rolle spielt.

Betrachtet man die Erscheinung an einer einzelnen Zelle, so findet man den Uebergang von Blau in Roth ohne die Mittelfarbe dadurch zu Stande kommen, dass an einem Theile der Zelle, etwa in einer Ecke derselben, das Blau erblasst, fast grau wird, und dann plötzlich an dieser Stelle ein rother Saum auftritt, der, breiter werdend, über die Zelle in dem Maasse sich ausdehnt, als das Blau gewichen ist, so dass alsbald die ganze Zelle blau erscheint. Dasselbe gilt von Gelb.

Die Qualität der Farbe einer Zelle ist völlig unabhängig von den benachbarten Zellen. So erscheinen gelbe mitten im Roth, rothe mitten im Blau. Doch kann auch die Erscheinung auf benachbarte Zellen überschreiten; vom Rande einer blauen Zelle geht Blau auf die Nachbarzelle über, die eben noch roth war, und so dehnt sich zuweilen eine Farbe über eine grosse Strecke aus.

Zuweilen tritt plötzlich in einer und derselben Zelle ein farbloser Fleck auf, in der Mitte oder am Rande, grösser oder kleiner, während der übrige Theil noch in voller Farbe prangt. Verwandelt man jetzt das durchfallende Licht in auffallendes, so leuchtet der Fleck in vollem Metallglanze, während die übrigen vorher und nachher gefärbten Parthien dunkel sind.

Die Zeiträume, innerhalb welcher diese Phänomene ver-

laufen, sind verschieden lang, oft wechselt in einer Secunde die Farbe dreimal, oft währt eine Farbe mehrere Secunden lang.

Mit dem Tode des Thierchens, wo sich der feinkörnige Inhalt jedesmal gegen die Mitte hin zusammendrängt, ist die ganze Erscheinung erloschen. Bei diesem Erlöschen ist auch zu beobachten, dass der Sitz des Leuchtens und der Farbe in den Körnchen ist, nicht in dem übrigen Inhalt der Zelle.

Ich brauche hier nicht besonders anzugeben, dass die eben beschriebenen Phänomene aus reflectorischen Lichterscheinungen, die durch eine eigenthümliche Fähigkeit jener Zellenschichte modificirt erscheinen, ihre Erklärung finden können, und dass eben deshalb eine Verwechselung mit dem selbstständigeren Leuchten gewisser Thiere unstatthaft ist. Wahre Leuchterscheinung im Dunkeln habe ich nicht beobachtet, obgleich ich auch hierauf meine Aufmerksamkeit gelenkt hatte; doch darf ich deshalb diese Eigenschaft der *Sapphirina fulgens* nicht absprechen [1]).

Muskelsystem.

Die Flachheit des Körpers gestattet eine vollständige Einsicht in die Anordnung der Muskulatur. Diese besteht erstlich aus zwei breiten Muskelschichten, die sich, sowohl am Rücken als am Bauche herab, durch den ganzen Körper erstrecken, und aus theils durchgehenden, theils an den Rand der einzelnen Segmente sich anheftenden Bündeln bestehen. Es sind die Strecker und Beuger des Körpers. Ein anderer Theil von Muskeln hat seinen Verbreitungsbezirk in den einzelnen Segmenten. Es entspringt nämlich je ein Muskelbündel in der Medianlinie jedes Segmentes und geht von hier aus unter radiärer Vertheilung theils an die beiden nächstliegenden Segmente, theils (mit seinem mittleren Theile) zu den Füssen.

1) Es ist möglich, dass früher beide Erscheinungen zusammengeworfen wurden. So führt Ehrenberg (das Leuchten des Meeres p. 94) unter den von Thompson entdeckten Leuchtthierchen auch eine *Sapphirina* an. *S. indicator.*

Die beiden blattförmigen Anhänge des letzten Körpersegmentes zeigen in ihrer Mitte eine grosse Muskelzelle, die sich nach dem Rand hin verästelt und kleine Zweige, namentlich an einige dort inserirte Borsten schickt. Beim Weibchen geht diese Muskelzelle noch in das letzte Segment ein und zeigt hier gleiche Verästelung.

Die Elemente der Muskulatur sind im Allgemeinen queergestreift, doch sind mit diesen auch andere — so z. B. an den Muskeln der Füsse — zu beobachten, die völlig glatt erscheinen. Auch fand ich die Queerstreifung zuweilen nur in der Mitte einer Faser ausgeprägt und gegen die beiden Enden zu völlig verschwinden.

Nervensystem.

Der centrale Theil desselben zeigt hier eine so beträchtliche Verschmelzung, wie sie unter den Crustenthieren ausser manchen Siphonostomen etwa nur bei Brachyuren und Poecilopoden sich findet. Es besteht nämlich nur eine einzige, im Kopfbrustsegmente gelegene längs-ovale Masse (Fig. 1 a, b), welche vor ihrer Mitte von einer den Oesophagus durchlassenden runden Oeffnung durchbohrt ist, und somit Kopfganglion (Gehirn) sowie Bauchkette zugleich repräsentirt. Auch die Andeutungen der einzelnen Ganglienabschnitte fehlen, und nur durch die Schlundringöffnung ergeben sich Anhaltpunkte zur Unterscheidung der als Kopfganglion und als Bauchmark anzusehenden Theile.

Wie aber aus dem Abgange der peripherischen Nerven zu erkennen ist, kann kein Theil mit Bestimmtheit als Commissur angesehen werden. Auch mit stärkeren Vergrösserungen nimmt man überall eine zellige Struktur wahr, mit Ausnahme am vorderen Rande des als Bauchmark zu deutenden Abschnittes, wo durch Queerfaserung eine Commissur erkennbar ist. — Durch das Hervortreten einzelner Stellen, von denen stärkere Nerven abgehen, wird die Gestalt des Nervencentrums einem langgestreckten Sechsecke ähnlich, von dem eine kleine Seite vorne liegt und zwei gleich lange schräg verbindet. An diese schliessen sich zwei beträchtlich längere

nach hinten an, die gegen einander convergiren und die wegen der hier abgehenden grossen Nervenstämme nur durch eine kurze Seite verbunden sind.

Von Nerven geht in der Mitte des Gehirnabschnittes ein zartes unpaares Stämmchen zu einem nahe davor liegenden, später noch zu berücksichtigenden Organe. Nach aussen folgen dann die beiden Augen, dem Gehirn so dicht aufsitzend, dass kein Opticus unterscheidbar wird, und endlich entspringt noch weiter nach aussen ein starker Ast für die Antennen (d). Von den mehr seitlichen Parthien des Nervenringes abgehend findet man 2—3 feinere Stämmchen, sowie ein stärkeres (e), welche sich im Kopfbrustschilde verbreiten und verzweigen, und darauf, nach aussen und hinten gerichtet, 3—4 in regelmässigen Abständen entspringende kleinere Aeste (f), die gleichfalls im Kopfbrustsegmente ihre Endigung finden. Der Theil, von dem sie abgehen, muss schon als Bauchmark betrachtet werden. Nach rückwärts läuft derselbe Theil jederseits in einen starken Nervenstamm (Fig. 1 g) aus, der alle für die übrigen Körpersegmente bestimmten Nerven einschliesst. Beide Nervenstämme laufen nur wenig divergirend nach hinten und geben für jedes Körpersegment einen besonderen Zweig (h, h...) ab, der sich schon im je vorhergehenden Segmente vom Stamme ablöste. Das Ende der auf diese Weise beträchtlich reduzirten Nervenstämme tritt als ein feines Fädchen in die beiden blattförmigen Schwanzanhänge.

Sinnesorgane.

Die verhältnissmässig mächtig entfalteten Sehwerkzeuge sind zwar in beiden Geschlechtern übereinstimmend gebaut, besitzen aber eine etwas verschiedene Lage, indem sie bei dem Männchen oben auf dem Kopfbrustschilde angebracht sind (Fig. 1 c, c), während sie bei dem Weibchen am vorderen Rande desselben liegen (Fig. 2 c, c). Auch die Entfernung beider Augen von einander ist eine verschiedene, wie man sich aus einer Vergleichung der gegebenen Abbildung

veranschaulichen kann. Jedes Auge stellt einen Conus vor, dessen Spitze dicht dem Gehirne aufsitzt und dessen Basis von einer mässig gewölbten Cornea gebildet wird. Beim Männchen erscheint die Aequatorialebene der Cornea schräg zur Achse des Augenconus gestellt, d. h. der Kegel besitzt eine schräg abgeschnittene Basis. Die Cornea ist in beiden Geschlechtern gleich gestaltet, linsenförmig, mit vorderer weniger, hinterer stärker gewölbter Fläche. Ihr Queerdurchmesser beträgt 0,08'''. An ihrem Aequator setzt sie sich in den umgebenden Chitinpanzer (Fig. 4 b) fort, entspricht also genau jenen Bildungen, welche vor kurzem Leydig (Archiv für Anat. und Physiol., 1855, p. 376) bei Arthropoden beschrieben hat, und bei denen er die histiologische Bedeutung der Cornea als einer Modification des Chitinpanzers ans Licht setzte. Hinter dieser auch als Linse functionirenden Cornea folgt ein 0,11'''—0,12''' langer Abschnitt des Augenkegels, der durch eine gallertartige Substanz eingenommen wird, die keine weitere Struktur zeigt und auch ganz geringes Lichtbrechungsvermögen besitzt. Mit Essigsäure behandelt wird sie trübe. Einen zelligen Bau, oder überhaupt eine etwa durch Kerne angedeutete Zugehörigkeit zu Zellen habe ich nicht beobachten können. Ich vergleiche diese hier mehr als bei irgend einem anderen Arthropoden entwickelte Substanz mit einem Glaskörper, in dessen vorderen Theil die Cornea mit ihrer hinteren Wölbung sich einsenkt, während der hintere Theil gegen einen lichtbrechenden Körper stösst, den ich als Krystallkegel bezeichne (Fig. 4 k). Er ist an seiner der Cornea zugewendeten Basis sphärisch abgerundet, spitzt sich nach hinten zu und sitzt daselbst direkt dem Kopfganglion auf. Seine Länge misst 0,13'''. Zu ²/₃ seiner Länge wird der Krystallkegel von einer roth-braunen Pigmentscheide (Fig. 4 p) umgeben, welche innen weiter reicht als aussen, so dass von dem der Aussenseite zugekehrten Abschnitte des Krystallkegels ein grösserer Theil unbedeckt ist, als vom inneren, der dem andern Auge sich zuwendet. [Der freie, aus der Pigmentscheide hervorragende Abschnitt des Krystall-

kegels st es wohl, den Dana [1]) bei *Sapphirina* u. a. als Linse bezeichnet, und von dem er auch hervorhebt, dass er weit von der Cornea abstehe.]

Dieser Beschreibung habe ich noch beizufügen, dass jedes Auge eine besondere aus einem durchsichtigen und leicht faserigen Gewebe gebildete Scheide besitzt, welche sich konisch von dem Kopfganglion an bis zum Aequator der Cornea erstreckt und dort ihre Insertionsstelle hat. Am Kopfganglion ist sie in die Hülle desselben zu verfolgen. Innerhalb dieses Gewebes verlaufen sehr zarte Muskelfasern (Fig. 4 m) und zwar 4 an der Zahl, wie mit einer gewissen Beständigkeit zu beobachten war. Wo sie ihren Ursprung nehmen, ist mir nicht ganz sicher geworden, doch habe ich sie vom Rande der Pigmentscheide an bis vorne an die Cornea hin stets angetroffen und auch ihre Contractionen häufig gesehen. Es wird dadurch der Krystallkegel der lichtbrechenden Cornea genähert, also eine Accommodation im eigentlichsten Sinne ausgeübt. Es kann bei dieser Beobachtung keine Täuschung mit unterlaufen sein. Das Zucken der Muskelfasern, die Ortsveränderung, sowie das Vorwärtsrücken der Krystallkegel (mit der sie umgebenden Pigmentscheide), diess alles ist in bestimmtester Weise gesehen worden. Auch beim zusammengesetzten Auge der Insecten mag ein ähnlicher, wenn auch nicht gleicher Vorgang statt haben, da Leydig (Archiv f. Anat. u. Physiol., 1855, p. 421) dort gleichfalls Muskelfasern beschreibt, die einen ähnlichen Verlauf nehmen.

Was die Deutung der einzelnen Theile des Auges angeht, so möchte ich von der von Leydig aufgestellten Theorie nur insofern abweichen, als ich (natürlich nur für den speziellen Fall) nicht alles, was hinter der lichtbrechenden Cornea lagert, mit dem empfindenden Apparate, dem Krystallkegel, im Zusammenhang stehend ansehen kann. Der von mir als Glaskörper bezeichnete Abschnitt ist ohne Continuität mit dem Krystallkegel, welch' letzterer sich nicht nur scharf von

1) Ist mir nur aus der Anführung im Jahresberichte für Zootomie von V. Carus bekannt.

ihm abgrenzt, sondern auch bei der Präparation sogleich sich trennt [1]). Ein anderer Grund ergiebt sich bei der Beobachtung der Accommodation, wo mit der Näherung des Krystallkegels an die Cornea zugleich ein Druck auf die dazwischen liegenden Theile ausgeübt werden muss, ein Umstand, der mit der Annahme einer sensorischen Befähigung nicht recht im Einklang steht.

Die beschriebene Form des einfachen Auges ist von der bei Insecten und Arachniden vorkommenden wohl zu unterscheiden, indem bei diesen nur das lichtbrechende Organ (die Cornea) einfach, die percipirenden Elemente (Krystallkörper) dagegen in Mehrzahl vorhanden sind, daher auch die von Joh. Müller zuerst statuirte, von Leydig wieder aufgenommene Vergleichung dieses Auges mit jenem der höheren Thiere. Nicht so ist es bei *Sapphirina*, deren Auge nur durch die einfache Cornea mit dem Sehorgane besagter Thiere übereinkommt, während der einfache Krystallkörper, einem einzigen Retinastäbchen vergleichbar, von den Formen der Sehwerkzeuge mit mehrfachen empfindenden Elementen sich unterscheidet. —

Zwischen den beiden Augen fällt in beiden Geschlechtern ein kleiner, dreigelappter Körper auf, der, wie schon erwähnt ist, mit dem centralen Nervensystem sich durch ein Fädchen in Verbindung setzt. Beim Weibchen ist er zudem noch durch zwei seitliche Fädchen mit der Augenscheide in Verbindung (Fig. 1 x, Fig. 4 x). Es lassen sich in beiden Geschlechtern an diesem Organe kleine lichtbrechende Körper erkennen, beim Männchen zumeist 3, beim Weibchen 2, die durch eine dunkle Pigmentmasse vereinigt sind. Das Ganze hat somit eine Aehnlichkeit mit einem Auge, doch ist die Er-

1) Bei dem zusammengesetzten und beweglichen Auge der Daphniden, dann bei den einfachen durch Verschmelzung geminirten Augenbildungen der Cyclopiden u. a. endet der Krystallkörper in ganz gleicher Weise mit abgerundeter Fläche, und es ist hier nicht der mindeste Zweifel möglich, dass noch etwas vor dem Krystallkörper Liegendes zu demselben gehöre und etwa nur eine fernere Modification des Nervenendes sei.

scheinung der lichtbrechenden Körper von jener der Krystallstäbchen verschieden, sie stellen vielmehr nur einfache, rundliche Bläschen oder Zellen dar.

Durch sein Vorkommen bei einer grösseren Anzahl niederer Crustaceen erhält diess Gebilde einige Wichtigkeit. So ist es bei vielen Phyllopoden bekannt, wo ihm von Siebold (Vergl. Anatomie p. 445) ebenso wie dem schwarzen Punkte vor dem Auge mehrerer Daphniden die Bedeutung eines aus dem Jugendzustande übrig gebliebenen einfachen Auges zuschreibt, während Leydig das analoge Organ für *Artemia, Branchipus* und *Argulus* (Zeischr. f. wiss. Zool. Bd. III, p. 296) als einen blossen Pigmentfleck anspricht. Mehr im Anschlusse an die ersterwähnte Auffassung äussert sich W. Zenker (Anatomisch-systemat. Studien über die Krebsthiere p. 27), der noch mehrfache treffende Belege für die Bedeutung dieser Organe als Larvenaugen anführt. Ich nehme keinen Anstand, dieser Theorie mich anzuschliessen, und halte das geminirte, einfache Sehorgan für das Auge der Larve, welches ausser seiner Einfachheit noch durch seine enge Verbindung mit dem Gehirne ausgezeichnet ist [1]). So fand ich auch das Auge der Larve einer *Lernaeonema*, dann auch bei einer anderen *Sapphirina*, der die entwickelteren Sehwerkzeuge abgehen. Es erhält dieses Auge niemals eine Linse (im Sinne Leydig's), indem die Chitinhülle des Körpers ohne Theilnahme darüber hinweggeht. In dem Entwickelungsgrade können vielfache Schwankungen vorkommen, indem es oft nur durch Pigmentmasse angedeutet ist, wenn das spätere vollkommene Auge sehr frühe schon sich bildet (Daphniden), oder indem es mit dem vollkommneren Auge zwar persistirend bleibt, aber eine regressive Metamorphose erleidet. So bei *Artemia, Branchipus, Argulus, Sapphirina fulgens* u. s. w. Da wo das vollkommenere Sehorgan niemals sich entwickelt, übernimmt dann das Larvenauge dessen Rolle auch im späteren Lebenszustande (Cyclopen,

---

1) Die Entfernung dieses Organes vom Gehirne bei *Sapphirina* muss wohl durch die Entwickelung erklärt werden.

Sapphirina sp.). Demzufolge wären die beiden Augen der *Sapphirina fulgens* morphologisch den Augen der Cyclopen nicht analog, sie entsprächen nur den vollkommneren Augen, wie sie in zusammengesetzterer Weise bei Argulinen, Daphniden, Phyllopoden u. s. w. vorkommen, und wie sie *Cyclops* entbehrt. —

Gehörorgane, die den Entomostraten im Allgemeinen zu fehlen scheinen, sind auch von mir nicht beobachtet worden, und wenn Leuckart (Arch. f. Naturgesch. 1853 p. 265) die eigenthümlichen Kugelbildungen im Leibe einer neuen von ihm beobachteten *Sapphirina* von Otolithen unterscheidet, so kann ich diesem nur beistimmen, indem auch ich diese Kugeln, wenn auch nicht gerade aus Fett, so doch aus einer organischen weichen Substanz bestehend, erkannt habe.

Verdauungsapparat.

Derselbe beginnt mit einem in der Mitte des ersten Körperabschnittes (der Kopfbrust) gelegenen trichterförmigen Schlunde, der, sich steil nach oben erhebend, gegen das Nervensystem sich begiebt und hier enger werdend, durch den Schlundring hindurchtritt. Die enge Speiseröhre (Fig. 1 i) geht in einen rautenförmigen Magen über, dessen seitliche Parthien sich zu zwei flügelförmigen Blindsäcken gestalten. Aeusserlich erscheinen diese abgerundet, innerlich aber weisen sie zwei starke vorspringende Zellenhaufen auf, welche von vorne und hinten her das Lumen der Blindsäcke verengern. Die Breite des Magens beträgt 0,20—0,24''', die Länge 0,1'''. Das Ende des Magens geht allmälig, ohne bestimmte Grenze, in einen den ganzen übrigen Körper gerade durchlaufenden Darm (l) über; der nach den Geschlechtern sich sehr verschieden verhält. Beim Männchen stellt er sich als ein schmaler Strang dar, mit kaum erkennbarem Lumen, während er beim Weibchen um das Vierfache weiter sich herausstellt; ein Unterschied, der gerade bei den Entomostraten am wenigsten auffallen kann, da wir die Verkümmerung des gesammten Ernährungsapparates bis zum gänzlichen Fehlen sowohl bei Siphonostomen- als Cirripedien-Männchen

vielfach kennen lernten [1]). — Der im letzten Segmente liegende After stellt eine Längsspalte vor.

Bezüglich der Struktur des Darmkanals habe ich überall eine äussere Ringfaserschicht beobachtet, die einer Längsschicht aufliegt. Nur am Magen scheinen beide undeutlich, insofern sie hier ein Geflecht bilden; an den Blindsäcken ist dann die regelmässige Anordnung wieder erkennbar. Ueber der Ringschicht ist am eigentlichen Darmabschnitte eine helle, scheinbar homogene Hülle bemerkbar, in welcher an einzelnen Stellen grössere Zellgruppen liegen und den Contour des Darms etwas uneben erscheinen liessen. Mit dem Innern des Darmrohrs stehen diese Zellenhaufen jedoch in keiner Beziehung. Als Epithel des Darms erkannte ich eine Schicht mosaikartig angeordneter Pflasterzellen, die vom Ende des Magens an — beim Weibchen — eine grünliche oder bräunliche Färbung besitzen. Von einer Chitinhaut habe ich keine Aufzeichnung gemacht.

Der Darmkanal wird durch besondere Muskeln in seiner Lage fixirt. Zwei solcher Fasern setzen sich schon an das Endtheil der Speiseröhre; ein ganzes Bündel einzelner vom Rücken kommender Fasern geht an die Enden der Magenblindsäcke, und endlich sind noch am übrigen Darme flügelförmige Muskeln angebracht, die auf beiden Seiten alternirend fast in jedem Körpersegmente zu finden sind, und in ihrem Baue an die des Insectenherzens erinnern. Durch ihre Contractionen erweitern sie das Darmlumen.

Als **Leber** möchte ich die beiden Magenblindsäcke ansprechen, die mit den Leberschläuchen der Cyclopiden, der Cypridinen u. a. Aehnlichkeit besitzen, und auch die beiden Zellenhaufen in jedem Blindsacke sprechen hiefür. Sie kön-

---

1) Auch bei der schon mehrmals erwähnten anderen *Sapphirina*-Art ist dieses Verhalten sichtbar. Der Darm des Männchens zeigt auf dem trichterförmigen Pharynx einen kurzen Oesophagus und darauf eine längliche Magenerweiterung, der die seitlichen Blindsäcke abgehen. Auf der übrigen Strecke stellt sich der Darm fast wie ein Faden dar, an dem man nur schwer ein Lumen ausfindig macht. Ich habe auch nie Contenta in ihm gesehen.

nen als die absondernden Stellen betrachtet werden. Doch ist ihre Function nur unbedeutend im Vergleiche mit der übrigen, grünlich gefärbten Epithelfläche des Darmes, so dass man die Blindsäcke mehr als die rudimentären Analoga eines Leberorganes sich vorstellen muss.

Circulationsorgane.

Diese werden durch ein Herz repräsentirt, welches in Form eines rundlichen, dünnwandigen Schlauches über dem Oesophagus liegt, durch zwei seitliche Ligamente befestigt. Durch eine hintere Oeffnung wird die wasserklare Blutflüssigkeit ins Herz aufgenommen und durch eine vordere wieder ausgetrieben. Geformte Theile sind im Blute äusserst spärlich vorhanden; desshalb ist es schwer seine Bahnen im Körper zu verfolgen.

Geschlechtsorgane.

Der männliche Apparat besteht aus zwei mit einander verbundenen Hoden und zwei langen Ausführgängen, die kurz vor ihrem Ende zu Samenblasen erweitert sind.

Die Hoden liegen über dem Magen und erscheinen als spindelförmige queergerichtete Schläuche (Fig. 5 a), mit dem inneren Ende gegen einander geneigt und zu einem unpaaren, nach rückwärts sehenden Fortsatze (b) verschmolzen. Dieser ist am Rückentheile des zweiten Körpersegmentes angeheftet und wird von einer kleinzelligen Substanz erfüllt, welche das Lumen der beiden Hodenschläuche scheidet. Die Länge eines der letzteren beträgt 0,08‴. Das äussere Ende jedes Hodenschlauchs (c) ist gleichfalls durch mehrere Fasern der Körperhülle angeheftet und geht in einen dünneren, spitzwinklig nach innen sich einbiegenden Kanal, das vas deferens, über, welches nach zweimaliger Biegung (Fig. 1 m) parallel mit dem der anderen Seite nach hinten verläuft. Vom dritten Segmente an schwillt es allmälig bis zu 0,01‴ Durchmesser (Fig. 1 m') und zeigt im sechsten Segmente eine starke Einschnürung, auf welche eine ovale Erweiterung folgt. Diese (n) betrachte ich als Samenblase, denn ich habe sie sehr

häufig mit Sperma prall gefüllt getroffen, selbst dann noch, wenn das vas deferens völlig leer erschien. Die Längsachse der Samenblase ist schräg nach innen gerichtet, ihre Ausmündung liegt am Hinterende des sechsten Segmentes auf einer kleinen, ringförmig umwallten Papille. Bezüglich des feineren Baues dieser Theile kann ich nur anführen, dass die Wandung der gesammten ausführenden Wege einen Ringfaserbelag aufweist, der sich bis an den Hoden erstreckt.

Die Spermatozoiden der *Sapphirina* stellen 0,08''' lange, anscheinend wenig bewegliche Fäden vor, die nach beiden Enden äusserst fein auslaufen und vor der Mitte ihrer Länge etwas dicker sind.

Die weiblichen Organe zeigen im Ganzen denselben Typus als die männlichen, obgleich sie in ihrer äusseren Configuration viel reicher entfaltet sind. Sie stellen zwei, vorzüglich die Seitentheile des Körpers einnehmende, gebogen verlaufende Schläuche vor, die sich sowohl nach vorne als auch nach den Seitenrändern des Leibes verästeln, und die in der Gegend des Magens durch eine queere, breite Brücke unter einander in Verbindung stehen. Von der Commissur (Fig. 2 d) der beiden Geschlechtsorgane geht ein Fortsatz nach rückwärts (e), der an das Chitinskelett sich befestigt. Die Verästelungen der seitlichen Parthien sind nach dem Entwickelungszustande der Geschlechtsprodukte von verschiedenem Umfange; ihre Verästelungen erstrecken sich im vordersten Segmente bis seitlich an die Augen, im übrigen Körper sind sie nur noch bis zum dritten Segmente vorhanden; von da an beginnt der Ausführgang (g), der das vierte, fünfte und sechste Segment unter allmälicher Verengerung durchzieht, um am hinteren Rande des sechsten Segmentes seitlich nach aussen zu münden (h).

Den sich verästelnden Theil der Geschlechtsorgane trifft man mit Eiern gefüllt, die sämmtlich auf gleicher Entwickelungsstufe stehen, der Reife näher oder ferner; sie füllen selbst die äussersten, blinden Enden der Verzweigungen und lassen niemals hier Uebergänge der jüngeren Zustände wahrnehmen. (In der Abbildung Fig. 2 trifft man das Organ mit

solchen noch nicht völlig ausgebildeten Eiern gefüllt, welche noch das Keimbläschen zeigen, d. h. nicht den grobkörnigen Dotter besitzen, der letzteres allemal verdeckt.) Dieser Umstand veranlasste mich, die Bildungsstätte der Eikeime nicht in dem verästelten Organe zu sehen, wie denn auch die aus Ringfasern bestehende Muskulatur des Organs, sowie seine scharf abgegrenzte Epithelschicht der Bedeutung eines Eierstockes gleichfalls nicht sehr günstig ist. Dagegen fand ich die, beide verästelte Organe verbindende Brücke (d) immer mit Zellenelementen angefüllt, welche nach aussen in Eier übergehen. Es muss also hier die Keimstätte der Eier, das Ovarium sein. Wenn die verästelten Schläuche leer erschienen, waren hier immer reiche Bildungen von Keimen angehäuft, die sich mehr oder minder gegen das verästelte Organ hin erstreckten. Letzteres muss deshalb als eine Art Uterus betrachtet werden, in dem die Eier, frühzeitig eingetreten, ihre Reife erlangen und vorzüglich die Dottermasse sich anbilden. Man kann es auch als Eiergang mit verzweigten Divertikeln ansehen.

Mit dem Ovidukte mündet zugleich jederseits ein Drüsenschlauch (Fig. 2 i) nach aussen, der zum Theile noch in das nächstfolgende (7te) Segment einragt, einen etwas ∽ förmig gebogenen Verlauf besitzt und in der Medianlinie des Körpers mit dem der andern Seite zusammenfliesst, ohne sich jedoch mit ihm zu vereinigen. Es ist diess die Kittdrüse, welche bei den Cyclopiden durch Zenker (l. c. p. 101) angedeutet, neuerdings aber durch Klaus (Archiv f. Naturgesch. 1857) in umfassender Weise nachgewiesen ward. Das analoge Organ der männlichen Cyclopen habe ich bei *Sapphirina* vermisst, was vielleicht in der mangelnden Spermatophorenbildung seine Erklärung findet.

Die Eier besitzen eine Grösse von 0,036''' und sind im reifen Zustande himmelblau gefärbt.

Nach der Entleerung aus dem Ovidukte werden sie, in zwei gegen 80 Stück enthaltende Säckchen vereinigt, an die beiden Füsschen befestigt, die vom ersten Abschnitte des Genitalsegmentes entspringen.

Erklärung der Abbildungen.

Taf. IV.

Fig. 1—5. Organisation von *Phyllosoma mediterraneum.*

Fig. 1—3 bei gleich starker Vergrösserung, Fig. 4—5 stärker vergrössert.

Fig. 1. Nervensystem. a. Gehirnmasse. b. Sehnerven. c. Antennennerven. d. Die beiden Commissuren. e. Die vorderen 6 zu einer Masse verbundenen Brustganglienpaare. f. Die hinteren 6 Brustganglienpaare. f'. Durchtrittsstelle der Baucharterie. g. Die 6 Schwanzganglien.

Fig. 2. Verdauungsapparat. a. Muskulatur für die Kauwerkzeuge. b. Kaumagen. c. Chymusmagen. d. Darm. e. After. f. Leberschläuche. g. Ausführgang der Leber in den Magen. h. Drüsenorgane.

Fig. 3. Gefässsystem. A. Herz. a. Augenarterie. a'. Fühlerarterien. b. Zweige für das Gehirn. c. Augenäste. d. Arterien für die problematischen Drüsenorgane. e. Kieferarterien. f, f', f''... Leberarterien. g. Arterienast für die inneren, h. für die äusseren Fühler. i. Rückenarterie. k^{I}—k^{VI}. Seitliche Zweige derselben. l. Stamm der Baucharterie. m. Hinterer, m'. vorderer Theil derselben. n—n''. Aeste für die Kieferfüsse. o^{I}—o^{V}. Aeste für die Füsse. p. Seitliche Aeste der Baucharterie im Postabdomen.

Fig. 4. Eine Verzweigung einer Arterie in einem Anhange des Postabdomens. a. Chitinhülle. b, b', b'', b'''. Muskelbündel. c. Arterienzweig in ein Capillarnetz übergehend.

Fig. 5. Herz von der Rückenfläche aus gesehen. o. Obere Spalten. u. Untere Spalten.

Taf. V.

Organisation von *Sapphirina fulgens.*

Fig. 1. Männchen, vergrössert. a. Nervenmasse, dem Kopfganglion entsprechend. b. Bauchmark, mit dem vorigen zu einem Nervenringe vereint. c. Augen. d. Fühlernerven. e. f. Nerven für das erste Körpersegment. g, g. Nervenstämme, von denen Aeste h, h,... für die übrigen Körpersegmente abgehen. i. Speiseröhre. k. Seitliche Blindsäcke des Magens. l. Darm. m. Vas deferens. m'. Angeschwollenes Ende desselben. n. Samenblase. x. Rudimentäres Auge.

Fig. 2. Weibchen, vergrössert. a, c. wie in Fig. 1. d. Ovarium. e. Rücklaufender Fortsatz desselben. f. Eiergang mit seitlichen Blindschläuchen (Uterus). g. Eileiter. h. Vulva. i. Kittdrüse.

Fig. 3. Stärker vergrössert. Zellen aus der weichen Hautschicht des Männchens. a. Kern.

Fig. 4. Augen des Weibchens, stärker vergrössert. a. Lichtbrechende Cornea. b. Vorderrand des Körpers. s. Augenscheide. m. Muskelfasern. k. Krystallkegel. p. Pigmentscheide desselben. x. Rudimentäres Auge.

Fig. 5. Stärker vergrössert. a, a. Die beiden Hoden. b. Unpaarer Fortsatz von der Vereinigungsstelle derselben. c. Anfang des Vas deferens.

Fig. 6. Spermatozoiden.

Zur Kenntniss der Krystallstäbchen im Krustenthierauge.

Von

Prof. Dr. C. GEGENBAUR.

(Hiezu Taf. IV. Fig. 6.)

Die Wichtigkeit der neuerlich vorzüglich durch Leydig's Untersuchungen geförderten Kenntniss der feineren Strukturverhältnisse des Arthropodenauges veranlasst mich zur Veröffentlichung einer im verflossenen Herbste gemachten Beobachtung, die geeignet sein dürfte die vielleicht bei Manchem noch bestehenden Zweifel über den Zusammenhang der Krystallstäbchen mit dem Nervenapparat zu heben oder doch einer Lösung näher zu bringen.

Ein an der normannischen Küste auf treibenden Fucusmassen in wenigen Exemplaren eingefangener Amphipode aus der Abtheilung der Hyperiden [1]) fiel mir ebenso durch den gänzlichen Pigmentmangel der sehr entwickelten Augen auf, als mich die durch eben diesen Umstand ungemein deutlich erkennbare Struktur des ganzen Sehorganes überraschte.

Unter der als Cornea zu deutenden Parthie der den Kopf überziehenden Chitinschichte, die wie bei den übrigen Verwandten völlig glatt, ohne Andeutung einer Facettenbildung erschien, fanden sich die Enden der „Krystallkegel". Diese erschienen hier als kolbenartige, angeschwollene, sphärisch

---

1) In Milne-Edwards, Hist. nat. des Crust., finde ich keine Gattung, auf die ich die erwähnte Hyperide beziehen könnte.

abgerundete Gebilde, mit stark lichtbrechender Eigenschaft. Sie stiessen mit diesem Ende bis dicht unter die Cornea, ohne aber mit ihr irgend verbunden zu sein, und setzten sich mit dem anderen Ende continuirlich in immer dünner werdende Fäden fort, die auf geradem Wege (für die beiden Augen zwei Bündel bildend) zu dem Kopfganglion und bis in dasselbe hinein zu verfolgen waren.

Die Pigmentlosigkeit des Auges — auch der übrige Körper ist glasartig durchscheinend — gestattet hierüber nicht den mindesten Zweifel, sowie auch durch herauspräparirte Objecte unter besonderen Cautelen das ganze Verhalten klar erscheint.

Die Beschaffenheit dieser Körper, deren für jedes Auge etwa 40—50 treffen, zeigt sich in Uebereinstimmung mit den analogen Gebilden anderer Arthropoden. Der vordere, kolbige Abschnitt (Fig. 6 a) misst 0,034—0,036‴ im Queerdurchmesser; er ist stark lichtbrechend, von weicher, fast gallertiger Consistenz, so dass er in frischem Zustande unter dem Deckgläschen zu zerfliessen beginnt. Eine Struktur, sei es Schichtung oder etwas, das auf einen zelligen Bau hinwiese, habe ich selbst bei starken Vergrösserungen nicht wahrnehmen können. In süssem Wasser löst er sich unter Imbibitionserscheinungen auf, nachdem er vorher in kleinere Klümpchen zerfallen; im Seewasser bietet er grössere Resistenz. Mit Essigsäure behandelt treten Biegungen, wellige Faltungen auf, begleitet von einer Art von Gerinnung. Je weiter man das kolbige Vorderende gegen das Gehirn zu verfolgt, desto mehr findet man das Lichtbrechungsvermögen verringert, und in gleichem Maasse auch eine grössere Resistenz auftreten, so dass der fadenförmige Abschnitt anstatt durch verdünnte Essigsäure zerstört zu werden, dadurch nur noch deutlicher und schärfer contourirt erscheint.

Eine membranartige Hülle ist nur an dem Faden des Krystallkörpers unterscheidbar, nach vorne verliert sie sich vollständig, ohne dass eine bestimmte Grenze angegeben werden kann. Sie geht oben in den scharfen Contour des lichtbrechenden Abschnittes über. Das Innere des Fadens, der, wie

erwähnt, bis ins Gehirn eindringt, erscheint nur etwas getrübt, ohne Körnchen oder Faserung. Die Dicke beträgt dicht vor dem Gehirne 0,0024'''.

Wie sich die Enden im Gehirn verhalten ist, mir unbekannt geblieben. Die Kleinheit des Gehirns und seiner zelligen Elemente setzte jeder weitern Forschung eine Schranke. Dessenungeachtet lässt sich aber der Zusammenhang übersehen, und die direkte Verbindung der Stäbchen mit dem Nervencentrum ist hier ohne Dazwischentreten complicirender Elemente nachweisbar. In Weingeist conservirte Exemplare lassen das Geschilderte eben so deutlich erkennen, ja die vorderen Enden der Stäbchen sind beträchtlich resistent, beinahe sogar brüchig geworden.

Diese Form der „Krystallkegel" entspricht den einfacheren Bildungen, wie sie bei anderen Amphipoden, z. B. *Gammarus*, dann bei Phyllopoden und Daphnoiden bekannt sind. Nur sind diese Krystallkegel beträchtlich kürzer, und das Pigment, in das sie eingesenkt sind, verhindert den offenen Nachweis des Zusammenhangs mit dem Nervensysteme, während hier die Kegel in Fäden sich fortsetzen, die bündelförmig vereinigt, einem Opticus vergleichbar, zum Gehirne gehen. Demgemäss kann man auch hierin eine vermittelnde Bildung erkennen zwischen jenen Augenformen, welche direkt dem Kopfganglion aufsitzen, und jenen, bei denen eine deutliche, meist noch mit einem eingeschalteten Ganglion versehene Opticusbildung zu Stande kömmt.

Einige conchyliologische Beobachtungen

von

Dr. Guido Sandberger,
Gymnasiallehrer zu Wiesbaden.

I.

Das Schiffsboot, *Nautilus Pompilius* Linné.
Aus Ostindien.

A. Die Härte der verschiedenen Theile der Schale.

a) Die Epidermisschicht, in welcher eine Spur Phosphorsäure nachweisbar ist, hat nach der Mohs'schen Skala 4,5 bis 5.

b) Die Querscheidewand (Septum) = 3,5 bis 4.

c) Der Verklebungskalk (Callus) des Nabels = 3 bis 4.

B. Das specifische Gewicht, dessen Ermittelung ich der Güte des Hrn. Prof. Dr. Greiss verdanke, zeigte sich:

a) für die Querscheidewand = 1,596.

b) für den Verklebungskalk des Nabels = 2,665.

C. Die Windungskurve des Gehäuses, welche Moseley und Naumann als $^3/_1$ angegeben haben, ist bei 3 wohlerhaltenen Exemplaren von mir gemessen worden. Die Berechnung dieser Messungen, welche von Ober-Schulrath Dr. Müller angestellt wurde, ergab aber nicht $^3/_1$, sondern $^2/_1$, und zwar bei zwei ausgewachsenen und einem jüngeren Exemplare, so dass wohl kaum an der Richtigkeit dieses Quotienten $^2/_1$ zu zweifeln sein dürfte.

Die Messung und Berechnung des grössten der drei erwähnten Exemplare ist von mir bereits in von Meyer und

Dunker's Palaeontographicis Band IV, p. 185 angegeben worden.

Die beiden anderen Messungen nebst zugehöriger Berechnung sind die folgenden:

Das Exemplar 2. (Sammlung des Realgymnasiums zu Wiesbaden.)

Successive Durchmesser.	Axe I.		Axe II.		Axe III.		Axe IV.	
	Gemessen.	Berechnet.	Gemessen.	Berechnet.	Gemessen.	Berechnet.	Gemessen.	Berechnet.
a' a''	16-17 Cm.	2/1	14,5	2/1	12,7	2/1	10,96	2/1
a'' b'	9,5	2/1	8,2	2/1	7,36	2/1	6,35	2/1
b' b''	5,5..	2/1	4,8	2/1	4,23	2/1	3,7	2/1
b'' c'	3,25	2/1	2,8	2/1	2,37	2/1	1,90	2/1
c' c''	1,6..		1,4		1,09		0,8	

Bemerkung. Die Maasse sind mit Centimeter-Maassstab ermittelt.

Das dritte untersuchte jüngere Exemplar, in meinem eigenen Besitz, konnte ich nur auf zwei rechtwinkligen Axen messen. Es ergab:

Successive Durchmesser.	Axe I.		Axe II.	
	Gemessen.	Berechnet.	Gemessen.	Berechnet.
a' a''	7,05	2/1	5,14	2/1
a'' b'	3,98	2/1	3,03	2/1
b' b''	2,25	2/1	1,77	2/1
b'' c'	1,43	2/1	0,80	
c' c''	0,56			

D. Breitenzunahme. Um auch darüber Aufschluss zu erhalten, wurde ein viertes, in meinem Besitze befindliches Exemplar, fast ausgewachsene Schale, centrirt, senkrecht auf

die Windungsebene durchgesägt und auf einer Sandsteinplatte völlig geebnet. Durch Messung und Rechnung ergab sich:

	Breitezunahme.			Breitezunahme.	
Auf Radius a'	a) 5,44		Auf Radius a''	a) 3,56	
		$^2/_1$			$^2/_1$
	b) 1,85			b) 1,53	
		$^2/_1$			$^2/_1$
	c) 0,83			c) 0,75	

Bemerkung. Der grösste Durchmesser a' a'' war = 11,0 Centim.

Es überraschte mich, dass auch hier der Quotient der Breitenzunahme mit demjenigen der logarithmischen Spirale der Windung übereinstimmt, nachdem ich vorher (vgl. Dunker und v. Meyer Palaeontogr. IV, p. 188 und 189) bei *Ceratites nodosus* diese Uebereinstimmung bei dem Quotienten $^3/_2$ gefunden hatte.

E. Ueber die Struktur der schwarzen Schicht dieses Conchyls habe ich a. a. O. p. 184 nebst Fig. 1 der Taf. XXXVI meine Beobachtungen mitgetheilt.

F. Auch habe ich bei mehreren jüngeren Exemplaren an der Innenseite, zwischen den Kammerscheidewänden am Gehäuse fortlaufend, Längsstreifungen sehr deutlich wahrgenommen, welche mir ähnlich bei Steinkernen von *Orthoceras* und *Goniatites* in Schwefelkies und Rotheisenstein schon früher aufgefallen sind.

II.

Das Gewinde zweier *Conus*-Arten:

a) *Con. marmoreus* Lin. b) *Con. litteratus* Lin.

Bemerkung. Dermalen konnte ich die Messung nur auf zwei senkrecht auf einander stehenden Axen bewerkstelligen. — Die Berechnung ist von Ober-Schulrath Dr. Müller zu Wiesbaden.

Bei a) wurde das kurze Gewinde auf einer Sandsteinplatte völlig geebnet.

a) *Conus marmoreus* Lin.

Successive Durchmesser.	Axe I. Gemessen.	Axe I. Berechnet.	Axe II. Gemessen.	Axe II. Berechnet.
a' a''	2,70	6/5	2,46	6/5
a'' b'	2,30	5/4	2,03	6/5
b' b''	1,86	6/5	1,71	6/5
b'' c'	1,55	6/5	1,43	6/5
c' c''	1,30	6/5	1,18	7/6
c'' d'	1,09	7/6	1,00	5/4
d' d''	0,94		0,82	

a) Der Quotient 6/5 herrscht vor. Logarithmische Spirale.

b) *Conus litteratus* Lin. s. *arabicus* Brug.

Successive Durchmesser.	Axe I. Gemessen.	Axe I. Berechnet.	Axe II. Gemessen.	Axe II. Berechnet.
a' a''	3,25	7/6	2,99	7/6
a'' b'	2,78	7/6 6/5	2,56	6/5
b' b''	2,36	7/6 6/5	2,14	6/5
b'' c'	2,00	6/5	1,80	6/5
c' c''	1,67	6/5	1,51	6/5
c'' d'	1,39	7/6 6/5	1,25	6/5
d' d''	1,18	6/5	1,06	6/5
d'' e'	0,99	8/7	0,89	6/5
e' e''	0,86	5/4	0,74	6/5
e'' f'	0,70	5/4	0,61	7/6
f' f''	0,56	7/6	0,52	
f'' g'	0,48		—	

b) Auch hier herrscht bei der logarithmischen Spirale Quotient 6/5 vor.

III.

Die Spirale des Deckels von *Turbo rugosus*.

Der Deckel des genannten *Turbo*, früher officinell unter dem Namen Umbilicus marinus oder auch Venusnabel, hat wenige Spiralwindungen auf seiner ebneren Seite. Gute Abbildung vgl. in Bronn Johnston's Conchyliologie Fig. 81 a auf p. 518.

Zwei Exemplare habe ich gemessen auf je 2 rechtwinkligen Axen. Auch hier fand sich durch die von Ober-Schulrath Dr. Müller gemachte Berechnung, wie folgt, die logarithmische Spirale von dem Quotienten 3/2, der bei Nr. 2 nach 2/1 schwankt.

Successive Durchmesser.	Bestes Exemplar Nr. 1.				Ziemlich gut Nr. 2.			
	Axe I.		Axe II.		Axe I.		Axe II.	
	Gemessen.	Berechnet.	Gemesseu.	Berechnet.	Gemessen.	Berechnet.	Gemessen.	Berechnet.
a' a''	1,51	3/2	1,20	3/2	1,67	2/1	1,28	2/1
a'' b'	0,95	3/2	0,75	3/2	0,87	2/1	0,66	2/1
b' b''	0,58	3/2	0,46	3/2	0,49	3/2	0,40	2/1 3/2
b'' c'	0,39	3/2	0,29	3/2	0,32	3/2	0,29	3/2 4/3
c' c''	0,25	3/2	0,19	4/3	0,21	2/1	0,19	3/2 4/3
c'' d'	0,16		0,14		0,12			

Die Härte dieser Deckel finde ich 4—5. Flussspath wird noch stark geritzt, Apatit greift nur wenig an.

Bemerkung. Auf der sehr convexen Seite eines sonst nicht gerade vorzüglich entwickelten und mit minder scharf ausgebildeter Spirale versehenen Exemplares, welchem die Färbung auf der Convexität ganz fehlt und welches also ganz weiss auf dieser Seite erscheint, ist die höchste Erhebung dick granulirt, nach dem Rande hin findet sich aber wieder die Finger-Gyren-ähnliche Runzelleistenbildung, welche bei Cephalopoden und Gastropoden öfters vorkommt. (Des *Nautilus* schwarze Schicht, *Clymenia*- und Ammoniten-Runzelschicht, *Smynthurus ater* u. s. w.)

Wiesbaden, 7. Juli 1857.

Geschichtliche und kritische Bemerkungen über Zoophyten und Strahlthiere.

Von

Joh. Müller.

(Gelesen in der Gesellschaft für Natur- und Heilkunde zu Berlin am 6. Januar 1857.)

Aristoteles giebt im IV. Buch der Thiergeschichte das System seiner blutlosen Thiere, der heutigen Wirbellosen. Das sind 1) die Weichthiere, *Malakia* (die jetzigen Cephalopoden), 2) die *Malacostraca*, unsere Crustaceen, 3) die Insecten, *Entoma*, zu welchen er auch die Spinnen rechnet, und 4) die Schalthiere, *Ostracoderma*. Würmer als besondere Thierclasse kommen bei ihm nicht vor; er sah Würmer, *ἕλμινθες*, in den Spongien, hist. anim. 5. 14 [1]), auch erwähnt er Helminthen in den Thieren 5. 17. Er weiss aber seine Helminthen nicht von den Larven der Insecten zu unterscheiden. Seine Seeskolopender, *σκολοπένδραι θαλάττιαι*, sind ohne Zweifel Borstenwürmer, er erwähnt ihrer bei den Schlangen, hist. anim. 2. 10. Sie sind den Landskolopendern ähnlich, aber röther und um weniges kleiner, und haben zahlreichere und dünnere Beine. Er weiss sie nicht von den Schlangen zu unterscheiden. Unter den Schalthieren, *Ostracoderma*, handelt er auch die Seeïgel ab, hist. anim. 4. 5. und später die Seesterne 5. 13.

Den Seeigeln lässt er die Tethyen, unsere jetzigen Asci-

---

1) Ich citire nach der Ausgabe von Schneider.

dien, folgen, die sehr kenntlich beschrieben sind als festsitzend, versehen mit zwei von einander getrennten Oeffnungen zur Aufnahme und Ausscheidung und deren Bedeckung zwischen Schale und Haut in der Mitte steht, hist. anim. 4. 6. Sie sind wenig von den Pflanzen verschieden, aber thierischer oder lebendiger, ζωτικώτερα, als die Spongien, de part. animal. 4. 5. Cuvier, mém. sur les Ascidies, sagt, Gesner und Aldrovandi hätten angefangen die Geschichte der Ascidien zu verdunkeln, dass sie mit den Tethyen des Rondelet diejenigen des Belon verbunden, welche nichts als *Alcyonium* seien. Dies ist unrichtig. Denn die Tethyen des Belon sind in der That etwas ganz Anderes als *Alcyonium*, vielmehr echte und gute Tethyen, d. h. Ascidien. Cuvier hat wahrscheinlich nur die Figur von Belon, nicht seinen Text beachtet, und jedenfalls die entscheidende Bemerkung Belon's von dem Wasserspritzen und vom Verkauf auf dem Fischmarkt zu Venedig übersehen. Es handelt sich nach der Abbildung sowohl, als dieser Bemerkung, um *Ascidia microcosmus*, die auch in Marseille gewöhnlich auf dem Fischmarkt ist und gegessen wird.

Auf die Tethyen lässt Aristoteles als etwas Eigenartiges die Meernesseln, κνίδαι oder ἀκαλῆφαι, hist. anim. 4. 6, folgen, die gar keine Schale besitzen, sondern ganz fleischig sind. Auch hist. anim. 5. 14 unterscheidet er von den Schalthieren, *Ostracoderma*, andere Thiere, die gar keine Schale besitzen, und nennt hiebei die Nesseln und die Spongien, welche daher bei ihm wieder eine besondere Classe, also fünfte Classe der blutlosen Thiere bilden, da er sie bei den *Malakia*, Weichthieren, niemals aufführt und vielmehr unter *Malakia* immer nur die Cephalopoden versteht. Jürgen Bona Meyer in seinem Werke „Aristoteles Thierkunde, Berlin 1855", worin das Aristotelische System vortrefflich analysirt ist, hebt es mit Recht hervor, dass beim Aristoteles nur der Name für diese fünfte Classe fehle, welche Wotton *Zoophyta* nennt. Aristoteles hat sie indess selbst schon wenigstens als schalenlose, τὰ μὴ ἔχοντα ὄστρακα, bezeichnet, hist. anim. 5. 14. Er ist zweifelhaft, ob die Spon-

gien empfinden, erwähnt die dafür angeführten Gründe und sagt, dass Einige dies Empfindungsvermögen bezweifeln, hist. anim. 1. 1 und 5. 14. Sie haben die Kräfte der Pflanzen und verhalten sich ganz wie Pflanzen, insofern sie nur angewachsen leben können, de part. 4. 5. Er unterscheidet mehrere Arten von Spongien und unter diesen eine, die grössere Kanäle enthalte, sonst ganz dicht und zerschnitten dichter und zäher als die gewöhnlichen Spongien und ganz lungicht, σύνολον πνευμονῶδες, sei, und von der man am meisten übereinstimme, dass sie Empfindung besitze, hist. anim. 5. 14. Ich führe dieses deswegen an, weil es das Einzige ist, was einigen Anhalt gewähren kann für die Vorstellung von der Form und Structur dessen, was er die Seelunge, πνεύμων, nennt. Er erwähnt sie übrigens nicht bei den schalenlosen, sondern hist. anim. 5. 13 unter den Schalthieren nach den Seesternen.

Von den Pflanzen wenig verschieden nennt er die sogenannten Holothurien und Seelungen, τὰ δὲ καλούμενα ὁλοθούρια καὶ οἱ πνεύμονες. Sie unterscheiden sich von den Spongien, dass sie nicht angewachsen sind, aber sie haben keine Empfindung und leben wie Gewächse, die nicht angewachsen sind, de part. 4. 5. αἴσθησιν μὲν γὰρ οὐδεμίαν ἔχει, ζῇ δὲ ὥσπερ ὄντα φυτὰ ἀπολελυμένα. An einer andern Stelle, hist. anim. 1. 1, werden die *Holothuria* auch unter den unbeweglichen Thieren mit den Austern angeführt: πολλὰ δὲ ἀπολελυμένα μὲν ἐστὶν, ἀκίνητα δὲ οἷον ὄστρεα, καὶ τὰ καλούμενα ὁλοθούρια. Die Holothurien des Aristoteles sind also empfindungs- und bewegungslose, aber freie und nicht angewachsene Wesen. Es ist unmöglich zu errathen, was damit gemeint sein kann. Die Körper, an welche als ἀπολελυμένα beiläufig zu denken ist, könnten etwa sein die Pyrosomen, *Alcyonium domuncula*, welches leere von Krebsen bewohnte Schneckenschalen umhüllt, oder die im Meere umhergetriebenen leeren grossen Eierhülsenmassen von *Buccinum undatum*. Auch muss man hiebei an abgerissene Algen denken, wie das zur Algengattung *Codium* gehörende *Alcyonium bursa* von Linné und Pallas, welches die Fischer in Neapel Meerball palla marina nennen und welches nach Cavolini's Bemerkung im Winter oft an

den Strand geworfen wird; welches Alles auch bei den Seelungen des Aristoteles in Betracht kommen würde. Es könnte aber auch sein, dass Aristoteles unsere heutigen Holothurien, aber nur todt gesehen; denn manche Arten werden sehr oft nur starr und geschlossen gebracht, wie ich z. B. *Pentacta doliolum* in Triest nie anders erhalten habe. Jedenfalls ist eine sichere Spur unserer heutigen Echinodermengattung *Holothuria* im Aristoteles nicht aufzufinden. Die Holothurien im letzten Sinne wurden schon im 16. Jahrhundert zu den Zeiten des Belon im Süden Europa's überall wie heute Meerpenis, *Genitale marinum*, *Cazo marino* genannt, und auch die Namengeber unter den Beschreibern blieben möglichst in diesem naiven und derben Vorstellungskreis, wie nicht bloss Belon's Bezeichnung, *genitale marinum*, *pudendum*, *membre honteux marin*, sondern auch das *pudendum regale* des Fabius Columna (*Holothuria regalis*) beweiset. Nun kömmt zwar beim Aristoteles, hist. anim. 4. 7. unter den Fischernachrichten von einigen eigenthümlichen mit der Angel aufgezogenen Thieren, welche, wie er sagt, wegen ihrer Seltenheit nicht auf ihre Gattung bestimmt werden können, auch ein Meerpenis vor, aber dieser weicht von den heutigen Holothurien gänzlich ab. Das ist nämlich ein doppelt geflügelter Meerpenis, an Gestalt und Grösse der menschlichen Ruthe gleich, mit dem Unterschiede, dass er statt der Hoden mit zwei Flügeln versehen ist: ἄλλα δὲ ὅμοια αἰδοίῳ ἀνδρὸς τὸ δὲ εἶδος καὶ τὸ μέγεθος, πλὴν ἀντὶ τῶν ὄρχεων πτέρυγας ἔχειν δύο. In dem geflügelten Meerpenis lässt sich mit der grössten Bestimmtheit eine Seefeder, *Pennatula*, erkennen. Was sonst noch an dieser Stelle von Aristoteles unter den seltenen mit der Angel aufgezogenen Gegenständen erwähnt wird, ist unbestimmbar. Darunter sind Dinge von balkenförmiger Gestalt, schwarz, drehrund und gleichförmig dick; ὅμοια δοκοῖς μέλανα στρογγύλα τε ἰσοπαχῆ, was an *Holothuria tubulosa* erinnert. Ferner: Anderes Schildern gleich, roth und mit vielen Flügelfortsätzen versehen, ἕτερα δὲ ἀσπίσιν ὅμοια τὸ μὲν χρῶμα ἐρυθρὰ πτερύγια δ' ἔχοντα πυκνά, welches letztere wieder auf eine Seefeder bezogen werden kann, wenn es nicht viel-

leicht auf die von Bohadsch abgebildeten strahligen, gelbrothen Eiermassen von *Loligo* zu beziehen ist. Doch verlassen wir lieber diese anderen seltenen, unbestimmbaren Sachen und bleiben wir bei der Gewissheit stehen, dass das ὅμοιον αἰδοίῳ ἀνδρὸς die Seefeder ist. Rondelet, welcher die Stelle des Aristoteles vom geflügelten Schamglied nicht beachtet zu haben scheint, wenigstens nicht anführt, bemerkt doch bei der Abbildung der Seefeder aquat. II, p. 129, dass die Fischer bei ihm zu Lande sie mentula alata nennen. Ob das in Späteren, z. B. Athenaeus, vorkommende αἰδοῖον θαλάττιον, von dem nichts Bestimmtes ausgesagt ist, auch die Seefeder oder etwas Anderes bedeutet, ist ungewiss. Denn beim Athenaeus liest man darüber nichts weiter, als dass Epicharmus, wie Nikander sage, τὸ αἰδοῖον θαλάττιον Colybdaena nenne, eine Stelle, die an sich schon nur ein gelehrtes Hörensagen ist und nur durch gelehrtes Geschwätz erläutert werden könnte.

Von einer nähern Verwandtschaft der Seeigel und Seesterne, welche an verschiedenen Orten der Thiergeschichte abgehandelt sind, hatte Aristoteles keine Ahnung, ebenso wenig Rondelet, der sie auch wieder an ganz verschiedenen Stellen beschreibt, da die Seeigel im ersten Theile seines Werkes, de pisc. marin. Lugd. 1554, die Seesterne im zweiten Theile desselben, universae aquatil. hist. pars altera, Lugd. 1555, abgehandelt sind.

Rondelet ist derjenige, der die unbestimmbaren Holothuria des Aristoteles auf ein Thier der heutigen Holothurien angewandt und fixirt hat, a. a. O. II, p. 125. Er vermengt jedoch in der Holothuriorum secunda species ein anderes nicht zu den Echinodermen und Holothurien gehöriges Thier. Eine Beziehung seiner Holothurien zu den Seeigeln und Seesternen hat er nicht geahnet.

Die erste kenntliche Beschreibung einer wahren Holothurie unter dem Namen genitale marinum, membre honteux, cazo marino, findet sich bei Belon de aquatilibus, Paris 1553, p. 441. Er beschreibt die Füsschen, die Mundtentakeln, beide mit Acetabula, den Knochenring am Mund und den Darm,

der wie bei *Echinus* ist. Es hat lange gedauert, bis der Name *Holothuria* nur auf einerlei Thiere und zwar die heutigen Holothurien Anwendung gefunden hat. Sehr lange hat man damit sowohl die jetzigen Holothurien als die Actinien genannt, und Arten beider Gattungen standen zusammen zu einer Gattung *Holothuria* vereinigt, bis im vorigen Jahrhundert die skandinavischen Zoologen, zumal O. F. Müller, den Namen auf die jetzigen Holothurien fixirten, nachdem schon Linné den Namen *Actinia* auf die Actinien beschränkt hatte. In Linné's System, welches die Abtheilung *Vermes* in *Vermes intestina*, *Vermes mollusca*, *Vermes testacea* und *Vermes zoophyta* eintheilt, standen die Seesterne, Seeigel und Holothurien bei den *Vermes mollusca* mitten unter den schalenlosen Schnecken, Anneliden, Medusen, Polypen.

Wie schwierig die Auffassung des Unterschieds der Holothurien und Actinien war, und wie schwer die Erkenntniss der wahren Stelle der Holothurien im System neben den Seeigeln und Seesternen war, geht daraus hervor, dass selbst Pallas diese Verwandtschaft nur in noch verschleierter Weise ahnete. Pallas spicil. 10. will die Holothurien nur als eine Abtheilung des Geschlechtes *Actinia* ansehen; er sagt, man kann sie von den Seeanemonen kaum mit hinlänglichem Grunde absondern, obgleich er bemerkt, dass sie ihre weichen Spitzen gleich den Seesternen wie Füsse gebrauchen. Auch ist noch keine volle Klarheit in der tiefer blickenden Bemerkung, dass die Natur in diesen *Actiniae sagae s. Holothuriae* den Uebergang von den Seeanemonen zu den Seeigeln und Seesternen mache.

In Blumenbach's Handbuch der Naturgeschichte 1779 fehlen die echten Holothurien gänzlich. Seine *Vermes crustacea* bestehen richtig aus gleichwerthigen zusammengehörenden Bestandtheilen, wahren Echinodermen, den Gattungen *Echinus*, *Asterias*, *Encrinus*, und es ist die gleichwerthige Verwandtschaft der Encrinen mit den Seeigeln und Seesternen hier zum erstenmal erkannt oder entdeckt. Erst in der 12. Ausg. des Handbuchs der Naturgeschichte 1830 erscheint endlich die echte Holothurie, aber unter den *Vermes mollusca*,

die *Vermes crustacea* heissen jetzt im Jahre 1830 erst Echinodermen. Blumenbach hatte es also selbst im Jahre 1830 noch nicht dahin gebracht, einzusehen, dass die Holothurien Echinodermen sind.

Bei Bruguière tableau encyclopédique standen nach den Unterschriften der Kupfertafeln die Holothurien noch bei den Vers mollusques, die Seeigel und Seesterne sind Vers echinodermes genannt, und ist also der Name *Echinodermata*, den Klein zuerst für die Seeigel gebraucht hatte, hier vorerst auf die Seesterne ausgedehnt. Die Erklärung der bezüglichen Abbildungen gehört bekanntlich einer viel spätern Zeit an und ist hier von mir nicht berücksichtigt.

Die Vereinigung der Seeigel, Seesterne und Holothurien unter dem Namen Echinodermes ist das Verdienst Cuvier's, der diese Classe im Jahre 1798 in seinem tableau élémentaire de l'hist. nat. des animaux gegründet hat. Ich habe diess Verdienst nächst der Gründung der Anneliden und der Gründung und Begrenzung der Mollusken als eine der wichtigsten Reformen Cuvier's bewundert. Ich bin aber sehr erstaunt gewesen, als ich in meinen historischen Studien über die Quelle der Erkenntniss und der Fortschritte auf diesem Felde auf Belon gestossen bin, der jetzt vor 300 Jahren schon ganz die Uebereinstimmung der Seesterne, Seeigel und Holothurien und ihrer charakteristischen Organe, der ambulacralen Füsschen, erfasst hatte, welches man in dem folgenden Jahrhundert nicht im Stande war zu verstehen und welches bis auf diesen Tag unbeachtet geblieben ist. Hätte Rondelet diese vor seinen Schriften schon richtig erkannten und publicirten Thatsachen verstehen können, so hätte dieser grosse Mann Grund genug gehabt, statt auf Belon eifersüchtig und bitter zu sein, ihn zu bewundern. Denn das war offenbar der hervorragendste Fund in der Zoologie des 16. Jahrhunderts und eine der wichtigsten Beobachtungen für die zoologische Systematik aller Zeiten. Rondelet's geharnischte Aeusserungen voll einer Kritik und Belastung der gehässigsten Art, de pisc. marin. p. 115, sind theils gegen Belon, theils gegen Salviani deutbar. Er sei zu Rom und Paris

angeführt worden. Ich habe des Conflicts dieser Männer, welche gleichzeitig grosse Werke über ähnliche Gegenstände vorbereiteten und publicirten, schon in meiner Abhandlung über den glatten Hai des Aristoteles gedacht und auch ihre Berührung in Rom besprochen. Gesner hat sich über diese Eifersucht und Zanksucht mahnend und warnend erklärt, übrigens den Roudelet und Belon durch Abdrucken ihres Textes und ihrer originalen Abbildungen gleich behandelt.

Belon beschreibt de aquatilibus p. 441 das Genitale marinum also: Genitale marinum vulgus italicum cazo marino, graecum psoli nuncupat. Exangue maris purgamentum. Suas promuscides quando vult exserit. Acetabulis quae in promuscidibus habet, lapidibus haeret, in quibus plus quam quatuor millia nonnunquam annumeres. Ex anteriore autem capitis parte rursus crinitas emittit veluti arbusculas acetabulis plenas, quibus quicquid palpat ad os adducit. — Os in gyrum ossiculis dentatum habet, praeterea nullis ossibus alibi praeditum.

p. 386 heisst es von den Seeigeln: promuscides autem Echinorum edulium linguis cicadarum vel muscarum similes sunt, stellarum et pudendorum marinorum modo, easque tam crebras habent, ut dinumerari nequeant, quibus undique circum septi adhaerescunt, extrorsum autem non apparent, concidunt enim in se ipsos contracti.

p. 388 dann von den Seesternen: proinde stellas natura iisdem armaturis hoc est praemuscidibus munivit quibus pudendum et Erinaceum cet. In der französischen Ausgabe nennt er sie jambes, pieds. Belon la nature et diversité des poissons. Paris. 1555, p. 393.

In dem ganzen grossen Zeitraum von Belon bis auf Cuvier finde ich keinen, der die Verwandtschaften der Holothurien richtig aufgefasst hätte, ausgenommen Plancus, der in dem Werke de conchis minus notis Cap. 6 Tab. VII. Fig. D. E. F einen *Echinus coriaceus* abgebildet hat, in welchem eine Holothurie zu erkennen ist.

Nachdem Cuvier diese Materie in die rechte Lage gebracht hatte, was bald Beifall und Nachahmung gefunden hat, und die Natur der Encrinen durch Blumenbach viel früher

richtig erkannt war, haben Renier und Lamarck neue Confusion in die Systematik dieser Thiere gebracht. Renier unterscheidet in seinen Tavole per servire alla classificazione e conoscenza degli animali. Padova 1807:

I. Classe. *Politrimi* (*Spongia* et *Alcyonium*).

II. Classe. *Polipi* (*amorfi* oder *Infusoria*, *Rotifera* und Strahlpolypen, d. h. Polypen mit *Encrinus*).

III. Classe. *Radiati*. Sie zerfallen in *molli* (Medusen incl. *Beroe* und *Lucernaria*) und *Tubulati* (*Sipunculus* und *Holothuria* und *Echinodermi*, Seesterne und Seeigel).

Bei Lamarck ist *Encrinus* unter den Polypen, *Comatula* unter den Echinodermen aufgestellt, die er in Stelleriden, Echiniden und Fistuliden theilt, aber seine Fistuliden enthalten ausser den Holothurien auch die Actinien und die Gattungen *Priapulus* und *Sipunculus*. (Freilich haben wir es in einer noch viel spätern Zeit wieder erlebt, dass *Pentacrinus* unter die Polypen versetzt worden ist.)

In den Ausgaben des règne animal von Cuvier von 1817 und 1829 werden zu den Echinodermen gerechnet die Asterien, Encrinen, Seeigel und Holothurien, unter den fusslosen Echinodermen figuriren neben *Molpadia*, einer echten Holothurie, die den Echinodermen gänzlich fremden Gattungen *Minias*, *Priapulus*, *Sipunculus* wieder. Die inneren und äusseren Theile der Sipunculiden und Echiuriden sind ohne alle Kalkabsätze, ein Echinoderm ohne echinoderme Kalkgebilde und auch ohne Füsse ist ebenso viel, als ein Echinoderm, dem Alles fehlt um ein Echinoderm zu sein. Es gleicht dem Lichtenbergischen Messer ohne Klinge, an dem der Griff fehlt.

Blainville's Echinodermes (Actinologie 1834) enthalten diese unechten oder fusslosen Echinodermen nicht mehr.

Gehen wir jetzt wieder zu der andern Classe von Radiaten zurück, von der Spuren in den Aristotelischen Schriften vorkommen, zu den Nesseln, die Aristoteles bald *κνίδαι*, bald *ἀκαλήφαι* nennt. Es sind, wie wir schon gehört haben, Thiere ohne alle Schale, ganz fleischig. Er theilt sie in festsitzende und freie, *ἀπολελυμένα*, welche umherwandern, *μεταχωροῦσι. ἔστι δὲ τῶν κνιδῶν δύο γένη. αἱ μὲν γὰρ ἐν τοῖς κοίλοις*

οὐκ ἀπολύονται ἐκ τῶν πετρῶν, αἱ δ᾽ ἐπὶ λείοις καὶ πλαταμώδεσιν ἀπολυόμενοι μεταχωροῦσι. hist. anim. 5. 14.

ἔστι δὲ καὶ τὸ τῶν ἀκαληφῶν γένος ἴδιον· προςπέφυκε δὲ ταῖς πέτραις ὥσπερ ἔνια τῶν ὀστρακοδέρμων· ἀπολύεται δ᾽ ἐνίοτε, und weiter: *καὶ ἀπολύεται δὲ γένος τι αὐτῶν.* hist. anim. 4. 6. Vergl. de part. anim. 4. 5.

Rondelet hat die Nesseln mit Recht auf die Actinien und Medusen bezogen und die Ansicht derer widerlegt, welche die Medusen in den Seelungen, *πνεύμονες*, erkennen wollten, wie zuerst von Gyllius in seinem Werk de gallicis et latinis nominibus piscium massiliensium (1533) und wieder von Belon geschehen.

Das erste steinige, festgewachsene Zoophyt erscheint in der *Eschara* des Rondelet, welche nach der Abbildung eine *Retepora* war, dermalen der Classe der Bryozoen angehörend.

Die Geschichte der Zoologie in den folgenden Jahrhunderten ist mit den zahlreichen Entdeckungen der Polypengattungen ausgefüllt, von welchen Aristoteles nur die festsitzenden Nesseln, d. h. Actinien, und ohne Kenntniss der Beziehungen zu den Nesseln die Seefeder kannte. Es genügt für unsern Zweck, nur einen Augenblick bei der Entdeckung der Polypen an den Polypenstöcken der Lithophyten oder Corallen durch Peyssonell (1727) zu verweilen, und eile ich vielmehr den systematischen Arbeiten zu, welche in das ungeheure Feld der polypenartigen Zoophyten einige Uebersicht und zuletzt auch eine glücklichere Ordnung gebracht haben.

Linné hatte die Medusen und einen Theil der Polypen bei seinen *Vermes mollusca*, die übrigen Polypen bei seinen *Vermes zoophyta* untergebracht.

Die Zoophyten von Pallas (Elenchus Zoophytorum, Hag. 1766) bestehen aus den Gattungen *Hydra*, *Eschara*, *Cellularia*, *Tubularia*, *Brachionus*, *Sertularia*, *Gorgonia*, *Antipathes*, *Isis*, *Millepora*, *Madrepora*, *Tubipora*, *Alcyonium*, *Pennatula*, *Spongia*. Die Actinien, Medusen und Echinodermen fehlen unter diesen Zoophyten.

In den zoologischen Tabellen vom J. 1800, welche den

leçons d'anat. comp. von Cuvier beigegeben sind, erscheinen die Zoophyten mit den Mollusken, Würmern, Crustaceen, Insecten als Classen der Wirbellosen und noch ungefähr wie in Cuvier's tableau élémentaire d'hist. nat. des animaux. Sie bestehen aus:

1) Echinodermen.
2) *Urticae* (*Actinia*, *Medusa*).
3) *Infusoria*.
4) *Hydrae* (*Hydra* mit *Vorticella*).
5) Eigentliche Zoophyten (*Floscularia*, *Tubularia*, *Capsularia*, *Sertularia*).
6) *Eschara*.
7) *Ceratophyta*.
8) *Lithophyta*.
9) *Spongia*.

Dieser wenig glücklichen und sehr verworrenen Classification folgte 1812 in den ann. du mus. XIX. die Eintheilung des Thierreichs in 4 Abtheilungen: die Wirbelthiere, Mollusken, Articulaten und Zoophyten, und die Eintheilung der letzteren in Intestins, Echinodermes, Radiaires, Polypes, Infusoires, in dem beigefügten tableau aber in Echinodermes, Intestins, Polypes und Infusoires. Im règne animal von 1817 sind die Zoophyten ebenso behandelt, die Polypen sind von den Acalephen unterschieden und diese in *Acalephae liberae* und *fixae* (*Actinia*, *Zoantha*, *Lucernaria*) eingetheilt. Unter den Polypen befinden sich auch die Spongien. In der zweiten Ausgabe des règne animal (1829) sind dagegen die *Acalephae fixae* mit den Polypen vereinigt und bestehen die *Acalephae* bloss aus den Medusen.

In Lamarck's Classe der Polypen bemerken wir einen Bruchtheil der Infusorien, ferner die Räderthiere friedlich zusammen mit den Polypen, Spongien und Encrinen. Seine Classe der *Radiaria* enthält: 1) die Medusen, 2) die Echinodermen mit Einschluss von *Priapulus* und *Sipunculus*, 3) die *Tunicata*. Die Tunicaten hatte Cuvier in seiner meisterhaften Begrenzung der Mollusken, welche mit Ausnahme der Cirripeden noch heute Bestand hat, als Mollusken erkannt,

worüber schon die Homologie der Ingestions- und Egestionsröhre der Ascidien mit den Athemröhren der Muscheln und die Stigmata an den Kiemen der Muscheln und mancher Ascidien entscheidend sind.

In Blainville's Actinologie (1834) sind voran unter der Bezeichnung als falsche Zoophyten die physograden und ciliograden Medusen, die Entozoen, Räderthiere und Infusorien abgesondert. Dann werden die übrig bleibenden als echte Zoophyten bezeichnet und in Strahlthiere (Actinozoaires) und Spongien (Amorphozoaires) eingetheilt. Die Strahlthiere bestehen aus den Echinodermen, Medusen und verschiedenen anderen Abtheilungen, welche grösstentheils künstlich gebildete Gruppen von Polypen enthalten.

Da eine vollständige Uebersicht über die fruchtlosen Versuche in diesem Theile der Wissenschaft nicht beabsichtigt wird, so will ich hier abbrechen mit der Bemerkung, dass alle diese unglücklichen Versuche, eingeschlossen Schweigger und so viele Andere, keine bemerkenswerthe Spur von Dauer in der Wissenschaft zurückgelassen haben.

Die Polypen in der einen oder andern Auffassung blieben immer eine unglückliche Vereinigung verschiedenartiger Geschöpfe, bis Ehrenberg sie in Anthozoen und Bryozoen zersetzte und die Bryozoen zuletzt ganz aus den Polypen ausgeschieden wurden und eine selbstständige Classe von Thieren bilden, welche sich von den Polypen durch den Besitz eines vollständigen Darms unterscheiden. Es fehlte jetzt weiter nichts, als die Acalephen oder Medusen mit dem Rest der Polypen, d. h. den Anthozoen zu vereinigen, um wieder zu den Acalephen des Aristoteles und ihren beiden Formen *Urticae fixae* und *liberae* zurückzukehren, mit dem Unterschied, dass dem Aristoteles die mehrsten Nesseln noch unbekannt waren. In der That, die Entdeckungen über das Verhältniss der Hydroiden zu den Medusen, dass einige der Hydroiden nur Generationsstufen zu Medusen sind, haben es nöthig gemacht, entweder die Hydroiden aus den Polypen oder Anthozoen ganz zu den Medusen herüberzunehmen, wie Agassiz und Vogt thun, oder mit Leuckart die Acalephen

Cuvier's und die Anthozoen in einer Classe der *Coelenterata* zu vereinigen, welche vollkommen berechtigt ist. Man sieht jetzt, wie wenig Grund Blainville hatte, es zu tadeln, dass Aristoteles die Actinien und Medusen vermenge. In dieser Classe der *Coelenterata* giebt es nur Thiere von sehr übereinstimmender Organisation, aber grossen Entwikkelungsverschiedenheiten; es giebt darin eine Menge festsitzender Polypen ohne Generationswechsel, neben freien Medusen mit polypenförmiger Generationsstufe und dem von Sars entdeckten Generationswechsel der Medusen und neben diesen wieder andere Medusen aus derselben Abtheilung der Discophoren, welche keine solche polypenförmige Generationsstufe, keinen Generationswechsel besitzen, nach den Beobachtungen von mir, von Gegenbaur und Krohn, gleichwie auch die Ctenophoren nach mir und die Siphonophoren nach Gegenbaur keinen Generationswechsel zu besitzen scheinen. Alle Coelenteraten sind mit Nesselorganen versehen. Charakteristisch für die Coelenteraten aus verschiedenen Abtheilungen sind auch die in der Jugend vorkommenden vorstreckbaren Magenlappen, zwei solche besitzt der junge *Cereanthus* (*Dianthaea nobilis* Busch), zwei ähnliche Gebilde sind bei Gegenbaur an einer jungen *Cydippe* beobachtet. An jungen Actinien sah ich ähnliche Fleischlappen in der Körperhöhle sich auf und ab treiben, und ich möchte hieher auch die vier Fortsätze im Magen der jungen *Medusa aurita* rechnen, welche Sars beschrieben und abgebildet hat. Ich besitze Zeichnungen von manchen der *Dianthaea* nahestehenden, aber davon verschiedenen jungen Polypen, die mit zwei vorstreckbaren Magenfortsätzen versehen sind.

Auch Cuvier's Eintheilung der Thierwelt in 4 Abtheilungen (1812): *Vertebrata*, *Mollusca*, *Articulata*, *Zoophyta* oder *Radiata* ist dermalen schon gänzlich veraltet. Es war willkürlich, die Anneliden unter die *Articulata*, die übrigen Würmer (*Intestina*) unter die *Zoophyta* zu bringen. Ein *Nemertes* besitzt so gut Blutgefässe und Herzen wie ein Blutegel, und ist ihm wenigstens soweit verwandt, dass er nicht in einer anderen grösseren Abtheilung des Thierreichs stehen kann,

wenn es dergleichen giebt, d. h. wenn Gliederthiere, Mollusken, Zoophyten den Wirbelthieren gleichwerthige Abtheilungen sein sollen. Ein *Nemertes* hat ferner ebenso wenig etwas radiäres an sich, als andere Intestins, eine Planarie, ein Cestode, ein Trematode.

Ich will übrigens hier nicht in die bei dem dermaligen Zustande der Wissenschaft unlösbare Aufgabe eingehen, wie man sich die Verhältnisse der verschiedenen wurmförmigen Wesen, der Anneliden, Turbellarien, Helminthen, Sipunculiden und Echiuriden zu einander zu denken habe. Ich beschränke mich auf die Bemerkung, dass die Wurmform allein kein Princip zu Verbindungen sein kann, wie man deutlich an dem Beispiel der Holothurien sieht, welche trotz ihrer Wurmform dermalen so entschieden alle fremden Einmengungen aus den Würmern, wie ehemals aus den Seeanemonen überwunden haben. Die Natur hat oft deutlich genug die Bewegungsorgane als bindende Unterschiede an die Spitze gestellt. So lässt sich als Wurmtypus hinstellen, dass die Bewegungsorgane hauptsächlich in einer allgemeinen subcutanen Musculatur bestehen, ohne die besonderen fleischigen Organe der Mollusken (Fuss, Arme, Flossen), ohne die Gliederfüsse der Arthropoden, ohne die ambulacralen Röhren der Echinodermen, ohne die Rhizopodie der Polythalamien. Die Natur hat aber die allgemeinen Typen der Bewegungsorgane hier mit sehr verschiedenen Graden von Complication der Organsysteme verwirklicht und es wird, indem man dem Princip der Bewegungsorgane allein folgt, hier das nach der Complication der Organsysteme weit aus einander Liegende leicht mehr künstlich als natürlich vereinigt werden. Bei allen Formen der Echinodermen sind die constituirenden Organsysteme überall in sehr übereinstimmender Weise angelegt, das Nervensystem, Blutgefässsystem, Wassergefässsystem der Ambulacra u. s. w., und sind die Echinodermen das vollkommenste Beispiel einer gleichen Organisation und Zusammensetzung in einer Classe. Bei den Würmern stösst man von den Anneliden abwärts überall auf Beispiele grosser Abweichungen.

Welche Wurmabtheilungen den Anneliden gegenüberzustel-

len, ob die Würmer mit Blutgefässsystem, Anneliden, Nemertinen, Sipunculiden und Echiuriden, als Gefässwürmer, Angielminthen, zu vereinigen und den gefässlosen gegenüberzustellen, ob diese Unterschiede oder diejenigen vom Nervensystem an die Spitze zu stellen, darüber sind jetzt dermalen verschiedene Ansichten offen und ist die entscheidende Klarheit der Zukunft der Wissenschaft anheimgegeben.

Auch die Infusorien, welche unter Cuvier's Zoophyten als Classe erscheinen, haben zum grossen Theil nichts Radiales an sich, viele, sogar die meisten sind gerade durch den Mangel der Symmetrie, sowohl der bilateralen als radialen und spiralen, ausgezeichnet.

Die erst in neuerer Zeit entdeckten Thalassicollen, Polycystinen und Acanthometren, mehrentheils mit Kieselgerüsten versehen, sind den kalkschaligen Polythalamien durch ihre rhizopoden Füsschen zunächst verwandt. Diese Verwandtschaft ist dermalen nach den Beobachtungen der letzten Jahre so wohl begründet, als es die Verwandtschaft der Seeigel, Seesterne und Holothurien nach den Beobachtungen über die Füsschen derselben war. Während nun in den Thalassicollen, Polycystinen und Acanthometren überall der vollendetste radiäre Typus, die vollkommenste radiäre Symmetrie herrschend ist und dadurch eine Abtheilung von Rhizopoden mit radiärer Symmetrie, *Rhizopoda radiaria*, begründet wird, so ist dagegen der radiäre Typus in den nächstverwandten *Rhizopoda polythalamia* gänzlich untergeordnet und tritt vielmehr nur selten, wie in den Orbulinen, hervor, dagegen unter den mehrsten der übrigen gewöhnlich der spirale oder schneckenförmige Typus herrschend ist.

Beispiel genug einzusehen, dass sich die gestrahlten Thiere nicht sämmtlich in einer aus mehreren Classen bestehenden Abtheilung des Thierreichs im Sinne von Cuvier verbinden lassen, und dass zumal die Vorstellung von Radiaten oder Zoophyten als letzter Grundform im Thierreich, sofern sie alle niederen Thiere umfassen sollte, gänzlich aufgegeben werden muss. Eine solche Abtheilung *Radiaria* ist auch in der Weise von Lamarck verfehlt, bei dem zwar die Infu-

sorien und Polypen darin fehlen sollen, aber in der That nicht darin fehlen, während dagegen die Echinodermen bei den Polypen fehlen sollen, aber in der That nicht darin fehlen. Der grösste Mangel liegt aber schon in dem Ausschluss der Polypen, als wenn diese weniger radiär als die Medusen wären. Eine Abtheilung *Radiaria* als grössere Abtheilung des Thierreichs müsste daher heut zu Tage mindestens die Echinodermen und Coelenteraten, und könnte ausserdem höchstens noch die echten Bryozoen umfassen. Aber man muss gestehen, dass die Grundform *Radiata* an ihrem Werthe überhaupt das Meiste verliert und künstlich angewandt erscheint, da sie, wie wir oben gesehen, in den nächsten Verwandten der Polythalamien wiedererscheint.

Ob übrigens die rhizopoden Infusoriengattungen mit den Polythalamien, Thalassicollen, Polycystinen und Acanthometren in eine Reihe gehören, bleibt so lange zweifelhaft, als es nicht gelingt, die für die Infusorien so charakteristischen Organe, welche den rhizopoden Infusorien mit den anderen Infusorien gemein sind, die contractilen Blasen und ihre Ausläufer in den Polythalamien, Thalassicollen, Polycystinen und Acanthometren wiederzufinden.

Blick auf den gegenwärtigen Standpunkt der Ethnologie in Bezug auf die Gestalt des knöchernen Schädelgerüstes.

Von

Professor A. Retzius in Stockholm.

(Vorgetragen bei der 7ten Versammlung skandinavischer Naturforscher in Christiania 1856. Aus dem Schwedischen übers. von W. Peters.)

Als der geehrten Versammlung vor zwölf Jahren eine Darstellung gegeben wurde „von der Schädelgestalt bei verschiedenen Völkern“, welche sich auf dasjenige stützte, was zwei Jahre vorher bei der Versammlung der skandinavischen Naturforscher in Stockholm vorgelegt wurde, war diese Lehre noch ganz neu und ungeprüft, von ungewisser Zukunft und sehr lückenhaft. Seit dieser Zeit hat die dort angenommene Formeintheilung sowohl an Bestimmtheit als an Umfang zugenommen. Um hiervon eine kurze Rechenschaft abzulegen, habe ich gewagt, einige Augenblicke die Zeit der geehrten Versammlung in Anspruch zu nehmen.

A. Europas Schädelformen.

Ich zeigte früher, dass die Mehrzahl der westeuropäischen Völker Dolichocephalen, dagegen die Brachycephalen auf der grossen Strecke von Osteuropa vorherrschend seien. Ich habe diess seitdem von vielen Seiten bestätigt gefunden.

Europas Dolichocephalen.

Germanen	Norweger und Normannen in Frankreich und England,	Orthognathen.
	Schweden,	
	Dänen,	
	Holländer,	
	Flamänder,	
	Burgunder,	
	Deutsche von germanischem Stamm,	
	Franken,	
	Angelsachsen,	
	Gothen in Italien und Spanien.	
Celten	Celtische Schotten,	
	„ Irländer,	
	„ Engländer,	
	Wallonen,	
	Gallier in Frankreich und der Schweiz, Deutschland u. a. O.,	
	die eigentlichen Römer,	
	die alten Hellenen und ihre Abkömmlinge.	

Seitdem ich das erste Mal die Darstellung mittheilte, welche sich in den Verhandlungen der ersten Versammlung zu Christiania befindet, habe ich eine beträchtliche Anzahl von Individuen untersucht, welche von Normannischen Familien in Frankreich und England abstammen. Ohne Ausnahme hatten diese Individuen dieselbe ovale Schädelform behalten, welche den eigentlichen Norwegern in Norwegen zukommt.

Schwedische Schädel habe ich ferner zu Hunderten untersucht, sowohl aus alten Gräbern und Kirchhöfen, als im Anatomiesaale, und ebenfalls die bereits beschriebene Form vorherrschend [1]) gefunden.

Bei der Planirung des Ritterholms stiess man vor einigen Jahren auf einen ganzen Kirchhof, aus welchem Schädel und

1) S. dieses Archiv 1845 p. 84.

Ueberbleibsel von Skeletten ausgegraben wurden, von denen einige sehr gut erhalten waren — alle Schädel zeigten fast ohne Ausnahme den germanischen Typus. Ebenso verhielt es sich bei einer Ausgrabung in der Stadt in der s. g. Seelenhofsgasse, neben welcher sich ein Klosterkirchhof befand.

Ich habe auch seitdem Kopenhagen besucht, eine Menge Schädel in den dortigen Sammlungen gesehen, auch Gelegenheit gehabt die Schädelform einer grossen Anzahl dänischer Individuen zu betrachten, und gefunden, dass sie ihre germanische dolichocephalische Form ganz behalten haben. So habe ich es auch in Holland, im flämischen Belgien und flämischen Frankreich gefunden; ausserdem habe ich vom Prof. Vrolik in Amsterdam verschiedene Schädel von derselben Form aus alten Gräbern erhalten.

Während einer Reise nach Grossbrittannien im Jahre 1855 hatte ich wieder Gelegenheit mich von der allgemein herrschenden dolichocephalischen Form zu überzeugen, sowohl in dem eigentlichen England und Wales, als in Irland und Schottland. Die meisten dieser Dolichocephalen sind schwarzhaarig und wahrscheinlich Celten.

Durch die Güte des ausgezeichneten eifrigen Archäologen F. Troyon habe ich für das Museum zu Stockholm mehrere Schädel von Burgundern erhalten, die Hr. T. aus alten burgundischen Gräbern in seiner Nachbarschaft herausgenommen hat. Alle haben die germanische Form.

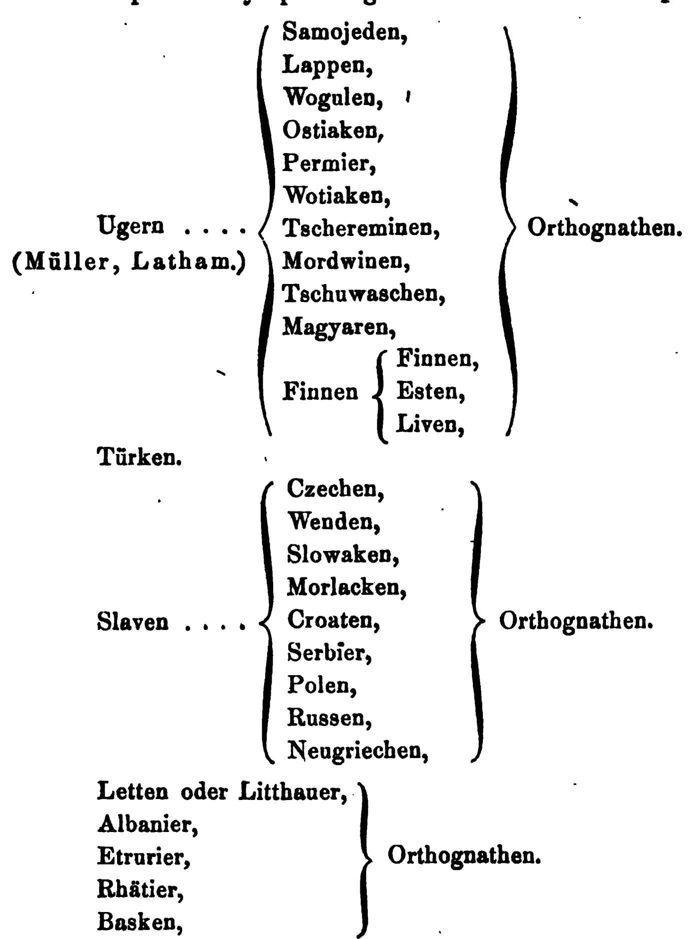
Der erste Römerschädel, den ich zu sehen Gelegenheit gehabt habe, wurde mir von dem verstorbenen Dr. Prichard zugesandt. Dieser Schädel war von einem Schlachtfelde (das Lager des Kaisers Severus) in der Nähe von York, nebst einem andern Mannesschädel von anderer Form, genommen worden. Dr. Prichard wünschte meine Meinung über die Nationalität dieser zwei Schädel, ohne meinem Urtheil in der Sache den geringsten Anhaltspunkt zu geben. Ich fand, dass der erstgenannte Schädel eine ganz besondere dolichocephalische Form hatte, welche unter den europäischen Schädeln des Carolinischen Instituts vorher nicht repräsentirt war. Dagegen fand ich, dass er besonders gut zu den Beschreibungen und Abbil-

dungen passe, welche Blumenbach und Sandifort von den Schädeln der Römer gegeben haben. Der andere Schädel war kleiner, von der sehr langen, schmalen und niedrigen Art, und handgreiflich von einem Celten. Mein Urtheil war daher, dass der eine Schädel der eines Römers, der andere von einem Celten sei. Dieses Urtheil freute Prichard sehr, da, wie er erklärte, beide Schädel auf einem Felde bei York gefunden waren, welches früher Kaiser Severusfeld genannt wurde, wo die Celten (Belgae Brittannorum) von den Römern geschlagen wurden. Der Celtenschädel hatte auch das Zeichen eines tödtlichen, wahrscheinlich während der Flucht erhaltenen Schlages im Nacken, während der Römerschädel seinen Schlag vorn durch die Orbitae hatte (s. dies. Arch. 1849 p. 574 u. 577). Seit dieser Zeit sind durch die Doctoren Barnard Davis und Thurnam mehrere authentische römische Schädel gefunden und untersucht worden. Einige derselben wurden vorgezeigt bei „the british association for advancement of science“ Versammlung in Glasgow 1855, und ein sehr vollständiger römischer Schädel aus einem Columbarium von der Via Appia bei Rom ist von Dr. Davis dem Museum des Carolinischen Instituts in Stockholm geschenkt worden. Alle diese Schädel zeigen eine merkwürdige Uebereinstimmung in Form und Grösse. Sie sind von dolichocephalischer Form, aber ungewöhnlich breit, besonders über den Ohren, mit starken Scheitelhöckern und beträchtlichem Hinterhauptshöcker, und im Ganzen von ziemlich beträchtlicher Grösse.

Ich habe auch die Hellenen in der Reihe europäischer Dolichocephalen angeführt. Die Gründe hierfür habe ich bereits im J. 1847 (Öfvers. af K. Akad. Förhandl. 8. Sept. 1847. Stockholm) auseinandergesetzt. Nach Allem, was ich erfahren, hat die dolichocephalische Form unter den Griechen niemals der Mehrzahl der Nation angehört, welche die brachycephalische Form hat. Diese letztere gehört sowohl den griechischen Slaven als den meisten Levantinern und Pelasgern, den jetzigen Albanesern an. In meiner oben erwähnten Darstellung habe ich darauf aufmerksam gemacht, dass unter den antiken Bild-

werken Apollo, Venus und mehrere der ältesten Charaktere die dolichocephalische Form zeigen, während dagegen andere, wie Jupiter und Herkules, brachycephalisch sind, wahrscheinlich wegen der Verschiedenheit des Stammes der Individuen, welche der Künstler hat darstellen wollen.

Zu Europas Brachycephalen gehören:



Ugern .... (Müller, Latham.) { Samojeden, Lappen, Wogulen, Ostiaken, Permier, Wotiaken, Tschereminen, Mordwinen, Tschuwaschen, Magyaren, Finnen { Finnen, Esten, Liven, } Orthognathen.

Türken.

Slaven .... { Czechen, Wenden, Slowaken, Morlacken, Croaten, Serbier, Polen, Russen, Neugriechen, } Orthognathen.

Letten oder Litthauer, Albanier, Etrurier, Rhätier, Basken, } Orthognathen.

Von mehreren der hier aufgezählten Stämme habe ich die Schädelform nicht selbst untersuchen können, aber nach

mehrseitigen Angaben wage ich mit Bestimmtheit anzunehmen, dass sie die brachycephalische sei. Es scheint auch zu der grossen Weltordnung zu gehören, dass die vorherrschenden Volksstämme im östlichen Europa, zu welchem, wie wir wissen, das weite europäische Russland und die Türkei nebst Griechenland und ein grosser Theil des österreichischen Kaiserstaats gehören, Brachycephalen sind.

Mehrere interessante Schädel der hier aufgezählten Völker haben wir später für das Museum in Stockholm erhalten. — So habe ich von dem ausgezeichneten Professor der Anatomie in Wien, Hyrtl, einen Croatenschädel von der Militairgrenze erhalten, der sich durch seine Höhe, Grösse und fast cubische Form auszeichnet; einen Morlackenschädel aus Dalmatien, breit, hoch und brachycephalisch; mehrere slowakische von Olmütz, zwei esthische, einen türkischen und mehrere finnische vom Prof. Bonsdorff und zwei karelische vom Prof. Willebrand in Helsingfors. Von Rhätiern[1]) habe ich mehrere lebende Individuen zu untersuchen Gelegenheit gehabt; auch habe ich mehrere Bas-

1) Die Rhätier sind den brachycephalen Europäern durch Dr. L. Steub's Schrift: „Zur rhätischen Ethnologie (Stuttgart 1854)", hinzugefügt worden. Der Verf. dieser interessanten Schrift hat historisch-linguistisch festgestellt, dass die Rhätier Etrurier waren, welche vom nördlichen Italien nach Tyrol und in die Schweiz einwanderten. Dass die Etrurier Pelasger, sowie dass die Pelasger ein turanischer brachycephalischer Volksstamm waren, glaube ich mit Bestimmtheit annehmen zu können.

Bereits vor längerer Zeit hatte ich Grund anzunehmen, dass die brachycephalische Form in gewissen Theilen der Schweiz vorkomme, aber in diesem Sommer während einer Reise durch Bayern, Württemberg, Baden und die Schweiz bin ich überzeugt worden, dass diese Schädelform die vorherrschende in allen diesen Ländern ist. In dem anatomischen Museum in Basel, welches eine sehr reiche Schädelsammlung besitzt, die ich durch Herrn Professor Meissner's Güte genau durchsehen konnte, befand sich auch eine bedeutende Anzahl von Schweizerschädeln; sämmtlich von ausgezeichnet brachycephalischem Typus. Besonders ausgezeichnet unter diesen war einer von Graubündten durch sein kurzes, flaches Hinterhaupt, fast gleich einem Schädel eines peruanischen Incas.

ken untersucht und werthvolle Schädel derselben von Dr. Eugène Robert in Paris erhalten. Einige Mal bin ich brachycephalischen Schotten aus den nördlichen schottischen Inseln und dem nördlichen Schottland begegnet. Während meines letzten Aufenthalts in Schottland traf ich wieder verschiedene Individuen desselben Typus. Sie haben einen eigenthümlichen Ausdruck, ein auffallend kurzes, etwas breites Gesicht, rothes Haar, eine etwas sommersprossige Gesichtshaut. Ich habe seitdem von Reisenden gehört, dass dieser Typus nicht selten in den Hochländern vorkommen und dort von alter Zeit her einheimisch sein soll. Ich denke, dass sie entweder von Finnen oder von Basken abstammen.

B. Asiens Schädelformen.

Asiens Dolichocephalen.

Hindus, Arische Perser, Araber, Juden,	Orthognathen.
Tungusen, Chinesen,	Prognathen.

Die Gegenden, welche diese Völker bewohnen, sind so auf die südlichen Theile des grossen asiatischen Continents beschränkt: nämlich Arabien, Persien, Hindostan und China (wozu ich hier weder die Mongolei, noch die chinesische Tartarei rechne). Sowohl nördlich als südlich von dieser Gegend grenzen sie an brachycephalische Völker, sowie diese letzteren auch fast überall unter den asiatischen dolichocephalischen Stämmen zerstreut sind.

Ich habe hier die Chinesen sammt den Tungusen unter den Dolichocephalen aufgeführt. Sie sind sonst gewöhnlich zu den Mongolen gezählt worden. Mehr und mehr Schädeluntersuchungen haben jedoch die Erfahrung bestätigt, welche ich bereits lange ausgesprochen hatte und welche auch von Latham (The natural history of the varieties of man. London. 1850 p. 16 „Physical conformation") citirt wird, dass die eigentlichen Chinesen lange Schädel mit vorspringendem

Hinterhauptshöcker haben; aber neben diesem Hinterhaupts-höcker haben sie auch beträchtliche Scheitelhöcker (Tubera parietalia) wodurch der Umkreis ihrer Schädel sich mehr einem länglichen Fünfeck nähert, als einem ovalen Umkreise. Ich habe nämlich mehrere Chinesenschädel, theils Originale, theils Abgüsse, aus England (Dr. Bd. David), aus Holland (Prof. v. d. Hoeven), aus Petersburg (v. Baer), theils durch die Weltumsegelung der Fregatte Eugenie (Andersson, Kinberg und Ekströmer) erhalten; alle haben, wie mir scheint, dieselbe charakteristische Gestalt. Was die Tungusen anbelangt, so muss ich gestehen, dass ich nur einen einzigen Schädel für meine Entscheidung gehabt habe. Dieser ist ein Gipsabguss, welcher mir im Tausch von Prof. Purkinje in Prag zugesandt ist. Ich habe allen Anlass zu glauben, dass dieser Abguss von dem Tungusenschädel ist, welchen Blumenbach beschrieben und in der Decas Collectionis suae craniorum diversarum gentium etc. II a. Taf. XVI abgebildet hat, von welchem er sagt: „habitus perfecte mongolicus: facie plana ad arcus zygomaticos latissima, fronte depensa etc. olfactus officina amplissima, occiput mirum in modum retro eminens ita ut protuberantiae occipitis externae distantia a dentibus incisoribus superioribus 9 pollices aequaret.“ Die Blumenbachsche Schädelsammlung gehört nunmehr dem Museum des physiologischen Instituts in Göttingen und steht unter der Obhut ihres verdienstvollen Directors, des Professor Rudolf Wagner. Er hat einen geschickten Gipsgiesser mehrere der merkwürdigsten Schädel abgiessen lassen, um damit andere Museen zu versorgen.

Eine höchst merkwürdige Uebereinstimmung findet zwischen diesem Tungusenschädel und dem des Eskimos statt. Die Gesichtsbildung ist ganz dieselbe, das Gesicht platt, sehr breit über den Jochhöckern, der Oberkiefer breit vorstehend, der Bogen, welcher von den Alveolarfortsätzen und den Zähnen gebildet wird, sehr weit, ganz so wie bei den Eskimos und Grönländern; ebenso gleichen sie einander in der Capacität, Verlängerung und Grösse des Hinterhauptshöckers

des Schädels. Dieselben Charaktere kommen auch grösstentheils den Chinesenschädeln zu, welche sich in unserer Sammlung befinden, und ich habe desshalb geglaubt, in diesem Tungusenschädel ein Verbindungsglied zwischen der Schädelform der Chinesen und Eskimos zu finden.

Asiens Brachycephalen.

Ugern (Samojeden, Jakuten u. s. w.),
Türken,
Circassier, und wahrscheinlich die Mehrzahl der zahlreichen Volksstämme im Caucasus,
Turkomannen,
Afghanen,
Laskaren,
Tartaren, auch
Mandschu-Tartaren,
Mongolen, sowohl im asiatischen Russland als in der Mongolei,
Malaïen,
} sämmtlich Prognathen.

„Indian Mongolidae" in Dr. Lathams „The varieties of man" gehören wahrscheinlich auch zu dieser Classe.

Diese Völker nehmen den ganzen grossen asiatischen Continent ein, ausgenommen nur die oben erwähnten Dolichocephalen in Indien, Persien, Arabien, China und einem kleinen Theile von Sibirien; aber, wie oben bemerkt worden, wohnen auch unter diesen an manchen Stellen die so eben aufgeführten Brachycephalen in kleineren zerstreuten Staaten. In Asien sowie in Europa ist so die brachycephalische Kopfform die überwiegende; aber mit dem Unterschiede, dass die asiatischen Brachycephalen grösstentheils Prognathen sind.

C. Australiens Schädelformen.

Australiens Dolichocephalen.

Australneger — sämmtlich Prognathen.

Die genauere Kenntniss von diesen ist noch so unvollständig, dass ich mir hier nicht erlaube, irgend Namen zusammenzustellen, sondern mich beschränke anzuführen, dass ich

theils im Museum des Carolinischen Instituts, theils in anderen Sammlungen und mehreren gedruckten Arbeiten die Gewissheit erhalten habe, dass dolichocephalische Volksstämme fast auf allen australischen Inseln vorkommen. — Auf dem eigentlichen Continent von Australien, oder dem sogen. Neuholland, wie auf Van Diemensland, scheinen alle wilden Volksstämme prognathische Dolichocephalen zu sein. Auf den übrigen Inseln kommen auch Brachycephalen (Malayen, Polynesier und Papus) vor: Quoy und Gaimard. Auf den meisten Inseln sind sie schwarz oder schwärzlich und sind desshalb Australneger genannt worden, so wie sie auch in der Schädelform ganz den Negern gleichen. Viele Stämme haben feingekräuseltes aber langes Haar, gleichsam zu langen Zöpfen verfilzt; bei anderen ist das Haar straff. Unsere Sammlungen haben dergleichen Schädel von vielen Inseln der Südsee und des stillen Oceans; sie gleichen einander auf eine merkwürdige Weise. Sie sind im Allgemeinen klein, aber dick, und gleichen auch hierin denen der Neger. Ihre Schädel sind viel kleiner als die der Chinesen, haben aber wie diese grosse Scheitelhöcker, welche selten bei den Negern vorkommen; der Hinterhauptshöcker ist gross und seitlich etwas zusammengedrückt. Die Weite des Jochbogens ist nicht so gross, die Nase ist nicht so platt wie bei dem Neger, die Stirn schmal und niedrig. Neuerdings habe ich durch Professor Bonsdorff in Helsingfors dergleichen Schädel von der Insel Oahu von der Gruppe der Sandwichsinseln erhalten. Die dänische Fregatte Galathea brachte mehrere dergleichen Schädel von den Nikobarischen Inseln heim; Prof. Ibsen hielt über diese Schädel einen interessanten Vortrag bei der Versammlung der skandinavischen Naturforscher in Stockholm im Jahre 1851 und hatte die Güte, ein Specimen unserm anatomischen Museum zu überlassen.

Durch Dr. Robert Gordon Latham hat unser Museum auch einen sehr werthvollen Schädel eines sog. Dayak aus Borneo erhalten. Dieser ist auch dolichocephalisch. — Die Hälfte eines solchen wird in der Universitätssammlung in Christiania aufbewahrt, ganz übereinstimmend in der Gestalt,

und ausserdem habe ich mehrere andere gleiche in London gesehen. Diese Dayakschädel sind auch alle klein aber stark gebaut; die Scheitelhöcker sind etwas kleiner als bei den Australnegern. Alle Dayakschädel, welche ich gesehen habe, waren verziert mit eingegrabenen symmetrischen Ornamenten an der Stirn, am Scheitel und den oberen Schläfengegenden bis zur Spitze der Lambdanaht; mehrere Felder in den Figuren sind dunkelbraun gefärbt, hie und da befinden sich kleine Stellen mit hellen blauen oder rothen Farben.

Latham führt von ihnen an: „Bevor ein junger Mann heirathen kann, muss er zu den Füssen seiner Braut das Haupt eines zu einem andern Stamm Gehörigen legen, den er selbst erschlagen hat. Hiernach erfordert jede Ehe einen Mord. Ich glaube jedoch nicht, dass der Gebrauch so allgemein ist, wie es die Sitte verlangt. Auch ein anderer eigenthümlicher Zug kommt den Dayaken zu, nämlich die Passion, Schädel zu besitzen. So machen die Schädel den Hauptschmuck eines Dayakhauses aus und der Besitz derselben giebt den besten, prima facie, Beweis von Mannheit." l. c. p. 166. Nach dem, was ich aus mehreren Angaben habe entnehmen können, sind die Dayaks wie die Mehrzahl der Australier von schwarzer Farbe. Alle die Stämme, welche Alfourous und Haroforous genannt werden, halte ich für prognathische Dolichocephalen, sowie die Mehrzahl der gewöhnlich sogen. Papus, welche jedoch nicht mit den brachycephalischen Papus verwechselt werden dürfen, welche von Quoy und Gaimard beschrieben wurden. Viele Stämme dieser Australneger oder sogen. Papuas führen ihre Wohnungen über dem Wasser auf Pfählen auf. Herr Troyon hat gezeigt, dass die Ureinwohner der Schweiz ähnliche Wohnungen wie die Päoner in Macedonien nach Herodot (5. B. Cap. 16) gehabt haben. Die Mehrzahl der Australneger wohnt im Innern der Inseln, viele Stämme sind Gebirgsbewohner.

Australiens Brachycephalen.

Malayen, | sämmtlich Prognathen,
Polynesier: Dieffenbach, |
Papus: Quoy und Gaimard, |

Völker, welche nach meiner Meinung mit Latham's Benennung Ocean-Mongolen benannt zu werden verdienen.

Die wohlbekannten Malayen mit ihrer gelben Haut, schwarzem, starken, glänzenden Haupthaar und vorstehenden Kiefern gehören auch der Halbinsel Malacca an und sind übrigens so bekannt als die intelligentesten und — in ihrer Weise — gebildetsten unter den Eingebornen des Südmeers, dass sie in dieser kurzen Uebersicht nicht weiter besprochen zu werden brauchen. Ihre Schädel fehlen selten in irgend einer ethnographischen Sammlung. —

Zu den Polynesiern zähle ich die mehr bronzefarbigen oder bräunlichen auf den Tongainseln, Neuseeland, Otaheiti, den Sandwichsinseln und einer Menge kleinerer Inselgruppen im stillen Meere, welche zu dem mikronesischen Archipel gehören. Die Schädel der Polynesier haben mehrentheils noch flachere Nacken als die der Malayen, ihre Kiefer und Zähne sind nicht so vorstehend; die Schädel selbst sind im Allgemeinen grösser als die der eigentlichen Malayen. Die Polynesier haben im Allgemeinen einen grössern, schönern, muskulösern Körperbau und sind hinsichtlich des Charakters besser und von gutartigerem Temperamente als die Malayen. — In der ethnographischen Schädelsammlung des K. Carolinischen Instituts befinden sich Schädel von Sandwichsinsulanern und Neuseeländern, welche der Grösse und besonders der Höhe nach zu der ersten Ordnung gehören. (A. Retzius, Schädel von den Sandwichsinseln etc. Öfversigt af K. Vet. Acad. Förh. 1845.)

Papus: Quoy, Gaimard (Mops-Papus: Dampier).

Dampier, Forrest und mehrere ältere Reisende sprechen von einem eigenen schwarzbraunen Volk an den Küsten der Inseln in der Nähe der nördlichsten Küste von Neu-

guinea, welches sich in manchen Beziehungen von den übrigen Südseenegern unterscheidet und unter andern durch sein dickes, schwarzes, feingekräuseltes, wie frisirt aussehendes Haar. Quoy und Gaimard, welche Hrn. de Freycinet auf den Corvetten Uranie und Physicienne begleiteten, haben uns genauer mit diesem Volk und besonders mit der Schädelbildung desselben bekannt gemacht. (Observations sur la constitution physique des Papous, qui habitent les îles Ravak et Vaigiou, lues à l'Académie des sciences de l'Institut, le 5 Mai 1823. — Ann. des Sc. nat. T. 7.) Das Wichtigste hiebei ist, wie mir scheint, dass ihre Schädel gänzlich von denen der Australneger abweichen. Während deren Schädel, wie oben angeführt, ziemlich niedrig, schmal, länglich oval, mit hervorstehendem Hinterhauptshöcker versehen sind, so sind nach Quoy und Gaimard die Schädel dieser Papus hoch, kurz, breit, am Hinterhaupt flacher. Quoy und Gaimard sagen von ihnen: „Der Kopf der Papuas zeigt eine Abplattung sowohl vorn als hinten und eine starke Entwickelung der Gesichtstheile (der Kiefer). Der Schädel ist sehr hoch; die Scheitelhöcker sind hervorragend, die Schläfen sehr convex, der vordere Theil der Schläfen, durch welche die sutura coronalis sich unter der Linea semicircularis temporum fortsetzt, zeigt eine eigenthümliche beträchtliche Hervorragung [1]). Die Nasenbeine stehen fast senkrecht, fast nach hinten gedrückt, die Nasen- oder Stirnfortsätze des Oberkiefers sind breit und stehen wegen der Beschaffenheit der Nasenbeine weiter vor. Die Oberkiefer sind weit grösser als bei den Europäern wegen ihrer grössern Zahnfortsätze, wodurch das Gesicht dieser Insulaner eine beträchtliche Breite erhält. — Die vorderen Nasenöffnungen sind unten sehr weit, zuweilen weiter als bei den Negern. Die Kieferbeine sind dabei sehr hervorragend und ihre Jochfortsätze grösser, mehr hervorragend als bei den Negern. Der Alveolarfortsatz ist seitlich, wo die Backzähne

---

1) Diese eigenthümliche Hervorragung habe ich auch allgemein bei den Schädeln von Malayen und Polynesiern gefunden.

sitzen, sehr dick, das Gaumengewölbe breiter als lang — das Foramen incisivum gross."

In dem Museum des Carolinischen Instituts haben wir vier Specimina brachycephalischer Papus; drei habe ich durch die Güte des Dr. Wise in Edinburg erhalten, welcher sie selbst nach Europa gebracht hat; das vierte ist ein Gipsabguss eines der Exemplare, welche von Quoy und Gaimard heimgebracht und abgebildet wurden. Alle vier Schädel zeigen eine merkwürdige Uebereinstimmung unter einander und mit der obengenannten Beschreibung, welche ich auch aus diesem Grunde glaubte anführen zu müssen, um so mehr, da sie auch von anderen Autoren benutzt, obgleich an einigen Stellen unrichtig verstanden ist.

Ich erlaube mir nur noch kurz anzuführen, dass diese Schädel durchaus sehr denen der oben erwähnten Polynesier gleichen und sich von diesen durch den niedrigen Nasenrücken, die weiten Jochbogen, die breite Nasenöffnung und den breiten Alveolarbogen auszeichnen.

Quoy und Gaimard beschreiben diese Papus nur von den beiden Inseln Vaigiou und Ravak. Sie sagen, dass die Einwohner dieser und der nächsten Inseln sich selbst Papua nennen und sich auf das Bestimmteste von den schwarzen Einwohnern Neuguineas unterscheiden, welche den ost-afrikanischen Negern sehr gleichen. — Sie äussern an einer Stelle, dass diese Papuas an den Küsten wohnen, vorzüglich von Fischen und Schalthieren leben und ihre Wohnungen auf Pfählen im Wasser aufführen; — an einer andern Stelle äussern dieselben: „Die Papuas, welche in den Bergen auf der Insel Vaigiou wohnen, nennen sich Alifurus, welche andere Reisende als Alfoirs, Alfurs, Alfurus, Alforeses und Haraforas angeführt haben. Aber es scheint auch, als wenn sie dieselben nicht mehr kannten als dem Namen nach. Man hat daher keinen Beweis dafür, dass sie demselben Volksstamm angehören." — Das Museum des Carolinischen Instituts hat von den Inseln in diesen Gegenden einige Schädel von Dr. Wise, mit der Aufschrift: „Mounteneers", und diese haben die obenerwähnte dolichocephalische Negerform,

sind schmal, niedrig, länglich mit hervorstehendem Hinterhauptshöcker.

Georg Windsor Earl, der eine interessante Arbeit verfasst hat: „The native Races of the Indian Archipelago, Papuans.“ London 1853. (The ethnological library conducted by Edwin Norris. Vol. I.), führt eine interessante Beschreibung von wahrscheinlich dieserartigen Papuas aus diesen Gegenden von dem Königl. holländ. Marine-Lieut. Bruijn Kops an, der bei der Expedition angestellt war, welche die holländische Regierung unter der Führung der Herren van den Dungen, Gronovius und Lieut. Brutel de la Rivière auf dem Kriegsschoner Circe nebst mehreren kleineren Kriegsfahrzeugen des holländischen Vasallen-Sultans auf Tidore von den Mollukken im Jahre 1850 nach der nördlichen Küste von Neuguinea absandte. (Natuurkundige Tijdschrift voor Nederlandsch Indie for 1851.) Diese Expedition landete bei Dori an der Nordküste; der Verfasser nennt die Einwohner der Gegend Dori-Papus. Bruijn Kops beschreibt sie als kleingewachsen von 5¼ Fuss Höhe (zuweilen 5½ Fuss), von dunkelbrauner Farbe, zuweilen fast schwarz, das Haar schwarz, kraus, oft sehr lang, zuweilen als wenn es geschoren wäre. Er beschreibt ferner ihre Haarbekleidung und Gesichtsbildung, aber so unvollständig, dass man daraus nicht mit einiger Sicherheit schliessen kann, ob diese Papus den eben erwähnten Brachycephalen angehören. — Ich kenne leider die holländische Arbeit nur durch Earls Werk; Earl hat eine Zeichnung, welche einen Dori-Papu mit seinem Hund in einem Boot auf der Wildschweinjagd darstellt. Ebenso hat er eine Zeichnung eines Dori-Papuhauses, welches auf Pfählen im Wasser gebaut ist. — Diese beiden Zeichnungen sind wahrscheinlich aus Bruijn Kops Bericht entnommen. — An dem Papumanne im Boote sieht man das turbanartig hervorstehende Haar, welches diesen Papus den Namen Mops-Papus gegeben hat. Ich vermuthe, dass Prichard's Figur eines solchen Papus nur von Bruijn Kops entlehnt ist.

Bruijn Kops erzählt, dass das Volk auf Neuguinea sich selbst in Papus und Alforen eintheilt, von welchen die

ersteren die Küsten bewohnen, die letzteren das Gebirge und Binnenland. Er hat jedoch, wie es scheint, keine genauere Rechenschaft von dem ethnologischen Verhalten dieser Völker gegeben, wesshalb man nur als wahrscheinlich annehmen kann, dass sie verschiedene Stämme bilden. Lieut. Bruijn Kops rühmt die Papuas sehr als ein im Grunde gutes Volk. Diebstahl ist unter ihnen ein schweres und seltenes Verbrechen. Sie waren mehrere Tage an Bord auf oder neben den Fahrzeugen der Expedition, ohne dass von ihnen irgend etwas entwandt wurde. Sie hegen Achtung für das Alter, Liebe zu den Kindern und Treue unter Gatten. Keuschheit wird sehr hochgeachtet und selten gebrochen. Ein Mann kann nur eine Frau haben und ist an sie auf Lebenszeit gebunden. Das Concubinat ist nicht erlaubt. Sie lieben besonders starke Getränke, welche sie aber nicht selbst bereiten, zufolge dem, was Herr Bruijn Kops erfahren konnte. Kinder zu stehlen und sie zu verhandeln ist jedoch nicht unrühmlich; die so Gefangenen werden jedoch gut behandelt und gegen Lösegeld freigelassen. Sklavenhandel ist allgemein, aber die Sklaven werden gut behandelt. Derselbe Offizier führt über ihre Sitte Verbrechen zu bestrafen, Folgendes an: Ein Mordbrenner verfällt mit seiner ganzen Familie dem Eigenthümer des verbrannten Hauses als Sklave. — Ein Mann, der vorsätzlich einen andern verletzt, hat einen Sklaven als Busse zu bezahlen. — Ein Dieb ist verpflichtet das Gestohlene nebst einer Zugabe zurückzustellen. — Wenn einem Garten oder einer Pflanzung Schaden zugefügt ist, muss er erstattet werden. — Der Bruch des sechsten Gebots wird mit dem Tode bestraft oder, wenn die Vergütigung möglicherweise stattfinden kann, mit schweren Bussen. Ein Mann, der einem Weibe Gewalt anthut, ist verpflichtet sie zu heirathen und den Eltern die gebräuchliche Gabe von zehn Sklaven zu geben. Im Fall eines unerlaubten Zusammenlebens ist das Weib straffrei und wenn unverheirathet frei von aller Unehre. — Alles wird abgeschätzt nach dem Werth eines Sklaven.

Die Mehrzahl der Dori-Papus sind Heiden, eine geringere Zahl Muhamedaner unter Priestern von Ceram und Ti-

dore. Das Götzenbild der Heiden „Karwar“ ist grob von Holz geschnitzt, etwa 18 Zoll hoch, schlecht geformt, mit sehr grossem Kopfe, mit langer, spitzer Nase und weitem, wohl mit Zähnen versehenem Munde. Der Körper ist gewöhnlich mit einem Stücke Kaliko bekleidet und der Kopf mit einem Taschentuch bedeckt. Jeder Haushalt hat sein Bild. Das Bild muss bei allen wichtigen Gelegenheiten zugegen sein und wird wie ein Orakel befragt. Sie haben auch „Fetische„, meistens geschnitzte Bilder von Amphibien (Schlangen und Eidechsen), an der Decke aufgehangen oder in Thürpfosten ausgeschnitten. Sie haben eine Art Priester, welche zugleich ihre Aerzte und Wahrsager sind. Ihre Häuser bauen sie auf Pfählen in Seen, die Aussenwände bestehen aus Brettern. Nach der Zeichnung, welche Earl mittheilt, gleichen sie unseren grossen Seeböten mit Guckfenstern. In der Mitte befindet sich ein Gang, an dessen Seiten die Zimmer sind. Die Zwischenwände bestehen aus Matten, der Fussboden aus zusammengebundenen Sparren.

Diese Papus bearbeiten Eisen und andere Metalle, und treiben einen beschränkten Ackerbau oder richtiger Gartenbau; aber von einer Zucht von Hausthieren ist keine Rede; Jagd und Fischerei ist die vorzüglichste Beschäftigung der Männer; die Weiber besorgen die häuslichen Geschäfte. Sowohl auf der Jagd wie im Kriege gebrauchen sie Bogen und Pfeile; vergiftete Pfeile gebrauchen sie nicht. Auch Fische werden mit Pfeilen geschossen und mit Spiess und Leine oder auch in Zäunen gefangen.

Da die Papus einen so grossen Theil der Zeit auf der See zubringen, macht das Canoe einen wichtigen Theil ihres Besitzthums aus. Sie haben kleine Canoes für Kinder, andere grössere für eigenen täglichen Gebrauch und andere grosse Canoes für zwanzig Ruderer. Alle solche Fahrzeuge sind aus einem Baumstamm gemacht; die grossen Canoes haben einen Mast und Segel aus Matten. Mit diesen unvollständigen Fahrzeugen können sie jedoch keine längeren Reisen unternehmen, wesshalb der Handel dieser Inseln sich in den Händen von Fremden, vorzüglich von Chinesen befindet. Die

holländische Regierung hat 1852 eine Factorei in Port Humboldt auf der nördlichen Küste von Neuguinea angelegt, woher wir hoffentlich genauere Kenntniss von den Einwohnern des Landes erhalten werden.

Ich habe mir hier eine so grosse Weitläufigkeit in Bezug auf die Papuas an der Nordküste von Neuguinea erlaubt, weil ihre genauere Kenntniss noch von so viel Dunkel umgeben ist. Wir sehen inzwischen, dass auch Herr Bruijn Kops sie für eine ganz andere Rasse hält als die Alfurus. — Obgleich die Namen Papu und Alfor oder Alfuru wahrscheinlich ohne streng ethnographische Bestimmung angewandt werden, so scheint man sie doch allgemein so zu verstehen, dass unter Papus Küstenbewohner und unter Alfurus Binnenland- oder Gebirgsbewohner gemeint sind. Das Wort Papus soll von der malaiischen Benennung eines krausen oder wolligen Haars „rambut pua pua" herkommen, woher puapua oder papua auf diese Küstenvölker mit wolligem, krausem Haar angewandt worden ist. Alfurus kommt von dem portugiesischen Worte Alforas, welches eigentlich freigewordene Sklaven bezeichnet. Die Portugiesen wandten diese Benennung in Ermangelung einer andern auf die freien Landbewohner der molukkischen Inseln an, zur Unterscheidung von denen, welche in den Städten wohnten. Indessen werden diese Ausdrücke jetzt, wie erwähnt, auf Küstenbewohner und Binnenlandbewohner angewandt, welche, wie wir oben gesehen haben, als ganz verschiedene Rassen betrachtet werden. — Ich erlaube mir hier eine wichtige Aeusserung Prichards über die Alfurus in diesen Gegenden anzuführen: „Was soll man aus der Alforischen Rasse machen, welche als eine eigene bestimmte Völkerschaft mit eigenthümlichem Typus und eigenthümlicher Schädelbildung beschrieben worden ist. Sie bleibt doch immer eine der merkwürdigsten Varietäten des Menschengeschlechts. Wir müssen zu denselben die Bergbewohner von Arsak in Neuguinea zählen, welche Lesson gesehen und, wie es scheint, sehr wohl beschrieben hat, wie auch die übrigen Eingebornen des grossen Festlandes von Australasien."

Latham hat in seinem so höchst lehrreichen, vorher citirten Werke (p. 213) unter seiner Abtheilung „die papua branch of the Kelonaesian stock", „New Guinea", zwei Varietäten angenommen und ausgezeichnet gute Profilfiguren von ihren Schädelformen mitgetheilt, aus der „Voyage sur l'Uranie et la Physicienne", von denen der eine Schädel negerartig-dolichocephalisch, der andere brachycephalisch ist, wie es bei den obengenannten brachycephalischen Papus vorkommt. — Sehen wir nicht wiederum in diesen Figuren, in dem dolichocephalischen Schädel den eines Alfuru, in dem brachycephalischen den eines Papus? — Der Verf. legt jedoch dem Dolichocephalen frisirtes und dem Brachycephalen aufgebundenes Haar bei.

Was die Stelle der brachycephalischen Papus anbelangt, warum es sich eigentlich hier frägt, so erlaube ich mir schliesslich die Meinung aufzustellen, dass sie am nächsten mit den braunen Polynesiern verwandt und entweder der ältere Stamm derselben oder ihre Abkömmlinge sind, welche durch eigenthümliche Lebensweise, Klima u. s. w. eine eigenthümliche Beschaffenheit erhalten haben. Earl verwirft ganz und gar die Meinung, dass sie Hybriden seien und wie es scheint aus sehr guten Gründen.

D. Afrikas

Völker sind sämmtlich Dolichocephalen. Dieses Verhältniss, auf welches ich früher bei mehreren Anlässen aufmerksam gemacht habe, und welches, soviel ich weiss, von keiner Seite bestritten wurde, ist diesem Welttheil ganz eigenthümlich. — Europa, Asien, die Südsee und Amerika hatten Völkerschaften beider Formen. Europa und besonders Asien hat ein grosses Uebergewicht von brachycephalischer Bevölkerung; die Südseeinseln haben, wie ich anzunehmen wage, beide Formen in ziemlich gleicher Anzahl, aber mit moralischem Uebergewicht der Brachycephalen; Afrika entbehrt, nach dem was man bisher weiss, jeder Spur brachycephalischer Bevölkerung.

Das Carolinische Institut besitzt eine nicht geringe Samm-

lung afrikanischer Schädel; aus Nordafrika von Abyssiniern, Kopten, Berbern und Guanchen; sie haben alle dieselbe Schädelbildung: grosse, geräumige, ovale Schädel, sehr denen der Araber gleichend. Der abyssinische, für welchen wir unserm Landsmann, Dr. Behm in Marseille, zu danken haben, ebenso wie der koptische sind etwas prognathisch. Die Guanchenschädel, deren wir vier besitzen, von denen wir zwei durch Dr. Davis erhielten, sind sämmtlich von alten Individuen, welche ihre Zähne verloren und desshalb zusammengefallene Alveolarfortsätze haben, so dass der Prognathismus wenig merkbar ist.

An allen diesen Schädeln, sowohl der Abyssinier wie der Egypter und Guanchen, setzt sich das Schädelgewölbe in einem langgestreckten Bogen plötzlich gegen den hervorstehenden grossen Hinterhauptshöcker ab, welcher auch an den Seiten etwas zusammengedrückt ist; die Scheitelhökker ragen wenig hervor. Diese Schädelform lässt sich als die herrschende im Küsten- und Hochlande, sowie im Flachlande des nördlichen Afrikas betrachten; und findet sich wieder auf der andern Seite des atlantischen Meeres unter den Ureinwohnern auf den caraibischen Inseln wie auf den östlichen Theilen des amerikanischen Continents. Aus Südafrika hat das Museum eine bedeutende Anzahl von Schädeln verschiedener Kaffernstämme, welche theils von dem schwedischen und norwegischen General-Consul in Südafrika, Herrn Letterstedt, theils von Professor van der Hoeven in Leyden, theils von meinem Schwager, dem Ingenieur J. Wahlberg geschenkt sind. Sie gleichen sehr den Negerschädeln; einige sind etwas grösser als die Mehrzahl der Negerschädel, aber die meisten haben entsetzlich vorstehende Kiefer und Zähne. Einer von einem sogenannten Basutokaffer aus dem innern Hochlande von Port Natal ist ausgezeichnet durch seine Kleinheit, durch den vollkommenen Mangel jeder Spur der Scheitelhöcker und ein fast spitzes Hinterhaupt. Von Hottentotten besitzt das Museum ein ganzes Skelet, geschenkt vom General-Consul Letterstedt; weder am Schädel dieses Skelets, noch an den guten Figu-

ren, welche Blumenbach und Sandifort von Hottentotten- und Buschmannsschädeln geliefert haben, kann ich irgend einen wesentlichen Unterschied in der Gestalt von der Schädelform der Neger im Allgemeinen finden. Mehrere Ethnologen haben die Australneger als am nächsten mit den Hottentotten verwandt angesehen; ihre Schädel zeigen jedoch im Allgemeinen den Unterschied, dass die Australneger meistens, soweit ich gefunden habe, deutlichere Parietalhöcker besitzen als die Hottentotten. Jedoch fehlen diese Höcker auf dem Schädel des Dayak aus Borneo, den das Museum besitzt.

E. Amerika.

In ethnologischer Beziehung kann hier natürlich nur von den wilden oder halbwilden Volksstämmen und denjenigen, welche diesen Welttheil vor der Entdeckung der Spanier bewohnten, die Rede sein. Es giebt, wie wir wissen, mehrere Hunderte dieser verschiedenen Volksstämme; ein grosser Theil derselben ist bereits verschwunden, der Rest wird mit jedem Jahr dünner. Die Hoffnung, sie mit Sicherheit zu bestimmen und zu ordnen, verschwindet auch mehr und mehr. Aeusserst schwierige und ausgedehnte Untersuchungen sind über diese Völker, aber besonders über ihre Sprachen angestellt worden. Kein europäischer Gelehrter hat nach Blumenbach irgend eine so reichhaltige Arbeit über ethnologische Craniologie hinterlassen, wie Dr. Morton in Philadelphia in seinen „Crania americana"; dessenungeachtet findet man sich wenig befriedigt durch die Resultate. Morton selbst, welcher so mannichfaltige Facta von hohem Werthe dargelegt hat, ist, wie die ausgezeichneten Sprachforscher, welche mit so unermüdlicher Mühe die amerikanischen Sprachen studirt haben, hauptsächlich zu dem Resultat gekommen, dass die Rasse sowohl wie die Sprache eine und dieselbe sei. Es setzt mich fast in Verlegenheit, bekennen zu müssen, dass ich durch die Thatsachen, welche Morton zu Tage gebracht hat, und die vielen Schädel, durch welche er so gütig die Sammlungen in Stockholm bereichert hat, zu einem ganz andern Resultat gelangt bin. Ich kann dieses nicht anders erklä-

ren, als dadurch, dass der ausgezeichnete Mann sein ausgebreitetes Sprachstudium und seine grosse Gelehrsamkeit auf seinen naturforscherischen Blick hat einwirken lassen. Soll die Gestalt der Schädel bei der Frage über die Menschenrassen in Betracht kommen, so finden sich wohl kaum in irgend einem Theil der Welt solche Gegensätze zwischen Dolichocephalen und Brachycephalen wie in Amerika; und so treten sie auch für die Augen des Naturforschers in Mortons „Crania americana“ hervor. Ich erlaube mir, in dieser Beziehung hinzuweisen auf Taf. 2. „Peruvian Child from Atacama“; Taf. 32 Lenni Lenape; 38 Pawnee; 40 Cotonay, Blackfoot; 64 Charib of Venezuela; 65 Charib of St. Vincent, alle mit den ausgezeichnetsten dolichocephalischen Formen, und andererseits auf Taf. 30, 31 Natches, nebst der grossen Mehrzahl von Abbildungen der Schädel von Chili, Peru, Mexico und Oregon etc. von ebenso ausgezeichnet brachycephalischer Form. Wie viel auch diese Tafeln selbst beweisen, so würde ich doch kaum gewagt haben, eine solche Bemerkung zu machen, wenn nicht eine sehr reiche Reihe in unseren eigenen Sammlungen, sowie mehrere Abbildungen von Blumenbach, Sandifort, van der Hoeven u. A. für meine Meinung sprächen.

Nach dem, was ich aus den amerikanischen Schädeln habe schliessen können, die ich theils in natura, theils in Abgüssen und theils in Abbildungen gesehen habe, bin ich zu der Ansicht gelangt, dass die dolichocephalische Form die vorherrschende auf den caraibischen Inseln und in den östlichen Gegenden des grossen amerikanischen Continents ist, grade fort von Amerikas höchster nördlicher Grenze bis Paraguay und Uruguay, die brachycephalische dagegen auf den kurilischen Inseln und auf dem Festlande, gerade herab von der Höhe der Behringsstrasse im russischen Amerika, in Oregon, Mexico, Ecuador, Peru, Bolivia, Chili, Argentina, Patagonien und dem Feuerlande.

Blumenbach hat Abbildungen von zwei Caraibenschädeln von St. Vincent geliefert, Morton ebenfalls, wie ich oben angeführt habe; unsere Sammlungen besitzen den Ab-

guss von einem Caraibenschädel, dessen Original in Galls Besitz war (ich bin nicht ganz sicher, ob es nicht derselbe Schädel ist, den Morton Taf. 65 aus dem Pariser Museum hat abbilden lassen); alle diese sind dolichocephalisch. Ich habe in fremden Museen auch mehrere Schädel von den westlichen Inseln gesehen, und fand, dass die meisten dolichocephalisch waren. Prof. Rasch in Christiania zeigte mir vor einigen Jahren einen Schädel aus Newfoundland, angeblich von einem sogen. rothen Indianer; dieser war auch dolichocephalisch. Es scheint unzweifelhaft zu sein, dass die Caraiben die vorherrschenden Bewohner der kleinen Antillen ausmachten, sowie dass dieselbe Rasse dem innern Festlande, dem jetzigen Venezuela und Guiana angehört. Morton sagt von den Caraiben: „Der Theil der amerikanischen Rasse, welcher Charibs genannt wird, bildete zu einer Zeit ein zahlreiches und weit verbreitetes Volk. Ihre Heimath waren die nördlichen Regionen Südamerikas fast vom Amazonenflusse im Norden bis zu dem Theil des Meeres, welcher das grosse Orinocothal umfasst, nebst einem grossen Theil der jetzigen Länder Guiana und Venezuela. Von hier haben sie ihre Ansiedelungen ausgedehnt über alle Antillen, von Trinidad bis Santa Cruz (zu den caraibischen Inseln rechnete man Trinidad, Grenada, St. Vincent, Dominica, Guadeloupe, Martinique, Santa Cruz, St. Thomas, Nevis, Montserrat, Antigua, St. Kitts und die Virgin-Islands)“, l. c. p. 236. — Er hat eine schöne Zeichnung und Beschreibung des Schädels eines „Charib of Venezuela“, Pl. LXIV, von Dr. Joseph Maria Vargas in Caracas geliefert. Man kann kaum einen mehr charakteristischen dolichocephalischen Schädel finden. Zwei andere Indianerschädel, ebenfalls von Venezuela, sind abgebildet und beschrieben von Prof. van der Hoeven (Tijdschrift voor de Wis- en Natuurkundige Wetenschapen uitgegeven door de Eerste Klasse van het Kon. Ned. Institut. Deel V. p. 36), nämlich von den Ufern des kleinen Rio de la Hacha. Van der Hoeven sagt hiervon: „Der Volksstamm, zu welchem sie gehören, ist der der Goahiros, Guaïras, Guajiros, Guaigniros, unter welchen Namen ich den-

selben in den mir zu Gebote stehenden Arbeiten erwähnt finde." — Diese Schädel stimmen mit dem obengenannten von Morton überein. Van der Hoevens Ausspruch ist: „De schedel der Guahiros behoort ongetwijfeld tot den dolichocephalischen vorm." Alle Nachrichten von Guiana bekräftigen, dass die dortigen Indianer zu demselben Volksstamm wie die von Venezuela gehören, d. h. sie sind von dem grossen, ehemals mächtigen caraibischen Stamme. Was die Mehrzahl der weit verbreiteten Indianer Brasiliens anbetrifft, sowie die von Paraguay, so theilt man allgemein die Ansicht, dass sie zu dem grossen Tupi- oder Guaranistamme gehören; er wurde in Brasilien von den Portugiesen Tupi, im Süden von den Spaniern Guarani genannt. Prichard sagt an einer Stelle: „Der grosse Tupi- oder Guaranistamm ist über die ganze östliche Küste von Südamerika verbreitet, von der Mündung des Platastromes oder von der Mündung des Uruguay, welcher in denselben hineinfällt, bis zur Mündung des Amazonenstromes." — Wahrscheinlich dehnt er sich, wie Azara annahm, bis nach Guiana aus. Die meisten Schriftsteller nehmen an, dass der grösste Theil von Brasiliens Ureinwohnern aus Stämmen besteht, welche mit den Guaranis verwandt sind. Südlicher kennen wir jedoch diesen Stamm noch besser. Man kann nämlich in dieser Richtung denselben bis zum 16. Grad südl. Br. verfolgen bis Montevideo und dem Plataflusse. Ueber diese Länderstrecke war der Stamm an verschiedenen Punkten zerstreut. Er hatte bei Buenos Ayres einen Theil von Ysidro und die Inseln in Parana inne. Am obern Paraguay hatte er sich fast über den ganzen centralen Theil des Continents ausgebreitet; in der Provinz Chiquitos; in Chaco hatte er sich bis zum östlichen Fusse der Anden ausgedehnt und sich in den Thälern dieser grossen Bergkette verbreitet. Er hatte vor der Regierung des berühmten Eroberers Inca Llogue Yupangui grosse Districte dieser Landstriche inne." (Naturgesch. des Menschengeschlechts von J. C. Prichard, herausgegeben von Dr. Rudolph Wagner und Dr. Fr. Will, 4. Bd. p. 519.) — An anderen Stellen werden die Guaranis in Corrientes, Bo-

livia, Neu-Granada und anderen Orten erwähnt. In meiner Beschreibung der Guaranischädel in der Kön. Akademie der Wissenschaften (Öfversigt af K. W. Ak. Förh. 6. Jahrg. Nr. 5) habe ich zu zeigen gesucht, dass die Aymaras in Peru ebenfalls vom Guaranistamme sind. Wir haben im Museum des Carolinischen Instituts zwei vollständige Mumien von Aymaras. Ihre Schädel sind ganz gleich den Schädeln der Guaranis; wahrscheinlich sind Mortons „Ancient Peruvians" und die sog. Huanchas (Tschudi) auch vom Guaranistamme, obgleich ihre Schädel offenbar durch Druck so unförmlich lang geworden sind. Bekanntlich trägt ein brasilianischer Guaranistamm den Namen Aymores.

Wir besitzen im Carolinischen Institut 6 Guaranischädel von Dr. Abbot in Bahia, einen von Dr. Langgaard in Rio Janeiro, einen von Hrn. Consul Billberg in Buenos Ayres, einen aus Bolivia von Hrn. Liljedahl, und zwei Aymaras aus Peru, geschenkt von Hrn. Chaumette des Fossées in Lima. Auch diese sind von mir besonders beschrieben worden (Öfversigt af K. V. Akad. Förh. Sept. 1848). Alle diese Schädel nebst den übrigen des Guarani- und Caraibenstammes sind dolichocephalisch mit ziemlich geräumigem Schädeltheil und ziemlich grossen Kiefern.

Gehen wir nun weiter nach Norden, so treffen wir in den vereinigten Staaten und Canada, an der atlantischen Seite, auch die dolichocephalische Form als die vorherrschende an, nämlich unter den vielen Stämmen, welche gewöhnlich zu den sog. rothen Indianern gezählt werden, wie die Algonkins nebst der Iroquis-Classe (Latham, „the varieties of the human species"; Orr's „Circle of the Sciences").

Morton hat vortreffliche Abbildungen geliefert von dolichocephalischen nordamerikanischen Indianern von Cherokee, Chippeway, Miami, Ottigamie, Lenni-Lenapé, Naumkeag, Potowatomie, Cayuga (besonders ausgezeichnet), Oneida, Huron, Pawnee, Cotonay (Blackfoot). Ich selbst habe von Dr. Morton vier dolichocephalische Schädel aus Missouri (Sac Indian), Michigan (Ottava und Miami), Rhode Island (mit der Aufschrift „Narraganset") zum Geschenk erhalten. Nach

allen diesen Specimina nebst dem vorher angeführten aus Christiania glaube ich wohlberechtigt annehmen zu können, dass die dolichocephalische Schädelform auch die vorherrschende an der atlantischen Seite von Nordamerika gewesen sei. Hierzu kommt noch, dass die Eskimos, welche auch an dieselbe Seite grenzen, ebenfalls zu den dolichocephalischen Völkern gehören, obgleich sie unter diesen eine ganz eigenthümliche Stelle einnehmen.

Viele Verfasser betrachten die Eskimos als verwandt mit den Tschjuden sowie mit den Mongolen. Selbst Morton bringt sie in seinem allgemeinen ethnographischen Theil (Cr. Amer. p. 50) in eine und dieselbe Familie mit den Lappen und Samojeden unter dem Namen „The Polar Family“, von der er l. c. sagt: „This singular race is exclusively seen on the northern skirts of the continents of Europe, Asia and America.“ In dem speciellen Theil, p. 247, benennt er sie „Mongol-Americans“. Nichts kann, insofern man annimmt, dass die Schädelform ein Zeugniss in der Frage über Stammverwandtschaften in sich trägt, unrichtiger sein. Bereits bei der Versammlung der skandinavischen Naturforscher 1842 habe ich in meiner ersten Darstellung: „Ueber die Gestalt der Schädel der Nordländer“, die Grönländer unter die prognathischen Dolichocephalen gestellt und die Beschreibung von zwei Grönländerschädeln geliefert, welche mir von dem grönländischen Naturforscher Vahl mitgetheilt wurden. Diese Darstellung wurde in Gegenwart von so competenten Richtern wie Eschricht, van der Hoeven, Ibsen und Nilsson gemacht; sie theilten vollkommen dieselbe Ansicht. Eine fernere Bestätigung hiervon lieferte Eschricht bei der Versammlung skandinav. Naturf. in Christiania 1844 in seinem Vortrage: „Die Bedeutung der Formverschiedenheit des Hirnschädels und des ganzen Kopfes“. Er äusserte dabei: „Die Grönländer und Eskimos gehören zu den Völkern, deren Kopfform besonders charakteristisch ist, und ich erlaube mir dieses an einigen Grönländerköpfen aus dem physiologischen Museum der Kopenhagener Universität zu erläutern.“ (Verh. der skandinav. Naturf. in Christiania 1844.) Die Grönländer-

schädel, welche mein gelehrter Freund dort vorzeigte, hatten ganz dieselbe Form, wie die, welche ich von Dr. Vahl erhalten hatte. Ich bin der Meinung, dass wenige Naturforscher in diesem Theil sichereres Zeugniss geben können, als die Herren Eschricht und Ibsen, welche beide mehr Gelegenheit gehabt haben, Grönländerschädel kennen zu lernen, als die meisten übrigen Physiologen unserer Zeit. — Blumenbach hat zwei Eskimoschädel von Labrador abgebildet; der eine (XXIV.) ist jedoch in schiefem Profil dargestellt, so dass man das Hinterhaupt nur unvollständig sieht; aber er sagt dagegen im Texte: „Occiput protuberum" (Dec. cran. 112. p. 9); der andere (XXV.) ist in vollem Profil dargestellt und zeigt den vorspringenden Hinterhauptshöcker. — Auch Sandifort hat eine Figur eines Grönländerschädels von Vahl geliefert, mit denselben Charakteren wie der obige. Ebenso hat Morton Abbildungen von vier Eskimoschädeln aus den nördlichsten Theilen Amerikas und von der Insel Disco an der Küste von Grönland; alle von der charakteristischen Form. Im Texte äussert er, dass sie constant charakteristisch seien, dass sie auf das Bestimmteste verschieden seien von den Schädeln der amerikanischen Indianer, fügt aber, auffallend genug, hinzu, dass diese (Eskimos) die einzigen Amerikaner seien, welche asiatische Charaktere hätten. Es ist klar, dass der ausgezeichnete Mann hier mehr durch seine bereits feststehenden Ansichten als durch die strenge Prüfung von Thatsachen geleitet ist. Er sah in der Gesichtsbildung der Eskimos etwas Mongolisches, d. h. Asiatisches, aber er übersah das vorspringende Hinterhaupt und auch andere Charaktere, welche nicht mongolisch sind; aus demselben Grunde vergass er gleichsam die schönen Figuren, welche er selbst in seinem schönen Werke von den dolichocephalischen amerikanischen Indianern geliefert hatte, von denen besonders einige, wie Cotonay (Blackfoot), Cherokee, Chippeway und vor allen Cayuga (Taf. 35), durch grosse Alveolarränder und vorspringendes Hinterhaupt sich der Form der Eskimoschädel annähern. Auch ich bin geneigt, die Verwandtschaft der Eskimos in Asien zu suchen. Jedoch habe ich hiefür

nur noch schwache Gründe. Ich habe nämlich an einer andern Stelle aufmerksam gemacht auf die grosse Aehnlichkeit zwischen der Schädelform der Eskimos und des Tungusen, welchen wir in den Sammlungen des Carolinischen Instituts besitzen, sowie auf Blumenbach's Beschreibung des Tungusenschädels, welche vollkommen übereinstimmt mit den Charakteren der Eskimos (Dec. 112 p. 12), nämlich: „facie plana, ad arcus zygomaticos latissima, fronte depressa etc. — occiput mirum in modum eminens ita ut protuberantiae occipitalis externae distantia a dentibus incisoribus superioribus 9 poll. Lond. aequaret.“ — Blumenbach hat auch einen Schädel Sinensis Daurici beschrieben und abgebildet, von dem er im Anfange sagt: „Cranium est genuini Tungusae Daurici s. Sinensis tribus Saradulicae.“ Nur Schade, dass das Hinterhaupt und das Längenverhältniss weder in der Beschreibung besprochen wird, noch in der Figur im Halbprofil zu sehen ist. Ich habe indessen vorher angeführt, dass das Carolinische Institut eine nicht unbedeutende Sammlung von Chinesenschädeln besitzt, welche sich an Gestalt sehr den tungusischen und den grönländischen Schädeln nähern. Nach dieser Ansicht würde so der Volksstamm, zu dem die Eskimos gehören, nur in Nordamerika Polarstamm sein, aber sich in einer dünnen Ausbreitung auf den Inseln des Polarmeeres und in den nördlichsten Theilen von Amerika von Westen nach Osten über Asien, nach China hin, erstrecken und dort die eigentliche chinesische Bevölkerung ausmachen, welche kaum von der tartarisch-chinesischen getrennt werden darf. Der Uebergang von Amerika nach Asien wird nach meiner Ansicht von den sogen. Aleuten gebildet, deren Schädel ich nicht genug kenne, aber deren Charaktere von Mehreren als am meisten übereinstimmend mit denen der Eskimos beschrieben werden.

In Bezug auf die übrige dolichocephalische Urbevölkerung in Amerika erlaube ich mir hier eine vielleicht noch gewagtere Vermuthung, indem ich sie als verwandt mit den Guanchen auf den canarischen Inseln und mit den atlantischen Völkern in Afrika, wie Mohren, Berbern, Tuariks, Kopten

u. a. betrachte, welche von Latham (The natural history of man, London 1850) als „the Amazirg- und Aegyptian-Atlantidae“ zusammengefasst werden.

Ich habe oft während der Betrachtung unserer Sammlung von Nationalschädeln bei der Aehnlichkeit verweilt, welche stattfindet zwischen den Schädeln der Guanchen und Kopten und denen der Guaranis von Brasilien, von denen wir, wie bereits erwähnt, in Stockholm eine sehr gute Sammlung besitzen. Dass diese Guaranis von einem mit den ehemaligen Caraiben auf den Antillen verwandten Stamm sind, ist auch im Vorhergehenden ausgesprochen worden. Wir finden so auf den canarischen Inseln an der afrikanischen Küste und den Antillen oder caraibischen Inseln auf der afrikanischen Seite ebenfalls ähnliche Schädelformen. Die Hautfarbe bei den in Rede stehenden Völkerstämmen wird zu beiden Seiten des grossen atlantischen Meeres als röthlich braun angegeben, etwas ähnlich braungegerbtem Leder; das Haar ist gleich, woraus ich anzunehmen wage, dass die Gesichtszüge und der Körperbau auch Uebereinstimmuug zeigen.

Dieses Verhältniss hat die Gedanken auf die Nachricht von der ehemaligen Atlantis in Plato's Timaeus gerichtet, welche aussen im Meere vor dem nördlichen Afrika gelegen haben und durch eine grosse Veränderung in der Oberfläche der Erde und des Meeres verschwunden sein soll. Es wird berichtet, dass Solon diese Nachricht von einem ägyptischen Priester gehört habe, während der Zeit, wo der griechische Gelehrte sich in Aegypten aufhielt, um den Unterricht der Weisen dieses Landes zu geniessen. Diese Nachricht enthält Verschiedenes, welches ihr den Charakter einer blossen Dichtung verleiht. Aber sollte die Nennung des ägyptischen Gelehrten an dieser Stelle als eigentlichen Erzählers nicht wenigstens den Werth haben, dass etwas daran haftet, da man in unseren Tagen immer mehr und mehr Aegypten als die uralte Heimath der Wissenschaft und Kunst hat schätzen lernen (s. Vorlesungen über Geschichte der Medicin von I. V. Broberg. I. Stockholm 1846)? Herr Helleberg, ein schwedischer Landvermesser, welcher seit vielen Jahren in Ohio ansässig war, hat eine Arbeit herausgegeben, ge-

nannt: Beschreibung der Indianer der Nordamerikanischen Freistaaten (Gothenburg 1848), worin der von mehreren Seiten unterstützten Meinung gehuldigt wird, dass die nordamerikanischen Indianer von Israels Stämmen abstammen sollen; dass „die Indianer bestimmt jüdische Gesichtszüge haben"; dass Mac-Kenzie bei den Chippeway-Indianern die Sitte der Beschneidung beobachtet hat u. s. w. Ohne in die vielen Gründe, welche für diese Ansicht angeführt werden, einzugehen und ohne einmal selbst derselben zu huldigen, führe ich sie hier an als für die Muthmaseung sprechend, welche ich oben aufgestellt habe; dass nämlich die sogen. rothen Indianer nebst den Caraiben- und Guaranistämmen mit den ehemaligen Guanchen auf der andern Seite des atlantischen Meeres und den mit ihnen verwandten Stämmen in Nordafrika verwandt sein dürften, welche sowohl in der Gesichts- als Schädelbildung den Juden ganz nahe stehen und die stärksten Gegensätze zu dem mongolischen Typus bilden, welcher der asiatischen Seite angehört. — Morton sagt von den alten Aegyptern (Crania Egyptiaca p. 65): „These primeval people, since called Egyptians, were the Mizraimites of scripture, the posterity of Ham and directly affiliated with the Libyan family of nations. — In their physical character the Egyptians were intermediate between the Indo-European and Semitic races." — Nach der Richtung, welche die Geologie in späteren Zeiten genommen, und den vielen Beweisen, welche sie zu Tage gefördert hat, dass Länder in die Meerestiefe versunken sind, andere sich erhoben haben und noch erheben, scheint die Ansicht nichts Ungereimtes zu enthalten, dass Amerika ehemals in näherer Verbindung sowohl mit Afrika als mit Asien gestanden habe. Unter Amerikas Indianern sollen auch hierauf hindeutende dunkle Traditionen an vielen Orten noch fortleben.

Die brachycephalischen amerikanischen Stämme gehören vornehmlich dem gegen Asien, das stille Meer und die Südsee zugewandten Theile von Amerika an und sind wahrscheinlich verwandt mit den mongolischen Völkern. Für

diese Ansicht, welche bereits von dem Ersten der jetzt lebenden Naturforscher, Alexander von Humboldt, ausgesprochen wurde, treten mehr und mehr sprechende Beweise zu Tage; und da einige dieser amerikanisch-brachycephalischen Völker während der letzten Perioden vor Amerikas Entdeckung die höchste sociale Cultur dieses Erdtheils besassen, so scheint diese so mächtig auf die Einwohner des grössten Theils des grossen Continents eingewirkt zu haben, dass in Folge dessen die ausgezeichnetsten Ethnologen unserer Zeit die Einheit der amerikanischen Rasse annehmen zu müssen glaubten. Aus demselben Grunde dürfte erklärt werden können, dass der ausgezeichnete Dr. Latham so sinnreich die Benennung „American-Mongolidae“ (l. c.) eingeführt hat, welche Benennung er jedoch weiter ausdehnt als die ethnologische Craniologie zugeben kann. Ich habe bereits bemerkt, dass der unvergessliche Morton die reichsten craniologischen Beweise für diese Ansicht aufgedeckt hat und dass die Charaktere der brachycephalischen amerikanischen Völker ihm Veranlassung gaben, sie als die für die amerikanischen Indianer im Allgemeinen herrschenden anzusehen. Ich selbst bin auf Grund der Specimina in den Sammlungen, welche unter meiner Obhut stehen, längst von der Verwandtschaft der brachycephalischen amerikanischen Völker mit den Brachycephalen Asiens und der Südsee überzeugt gewesen. In meinem Vortrage bei der Naturforscherversammlung in Kopenhagen 1847 sagte ich: „Die brachycephalischen Stämme in Amerika bilden eine fast ununterbrochene Kette durch den ganzen westlichen Theil dieses Welttheils bis hinab zum Cap Horn und dem Feuerlande.“ — Ich citirte in demselben Vortrage Pöppigs zuverlässige Angabe über die chilenischen Cholos: „sie sind von Olivenfarbe und ausgezeichnet durch schiefe Stellung der Augenspalten, eine Eigenschaft aller südlichen Indier in einem hohen Grade.“ (Reise in Chili p. 201.) (Verhandl. bei der 5ten Versamml. skandinav. Naturf. Kopenhagen 1849. p. 193. 194.) Auch in meinem Aufsatze „Ueber die Schädel der Pampas-Indianer“ (Öfvers. af K. Vet. Akad. Förh. 1855 No. 1 p. 5 u. 6) habe ich meine oben geäusserte Ansicht über

die Vertheilung der dolichocephalischen und brachycephalischen Indianer ausgesprochen, sowie über die Verwandtschaft der ersteren mit den Guanchen und den atlantischen Völkern, wie die der Brachycephalen mit den mongolischen. Für die letztere Frage haben wir nun auch in Herrn Rector Daa's gelehrter Arbeit über die Sprachverwandtschaft der in Rede stehenden Völker so viele sprechende Beweise erhalten. Ich glaube jedoch hier vorzugsweise die ferneren Bestätigungen anführen zu müssen, welche wir durch die ethnologischen Untersuchungen erhalten haben, die ganz neuerdings über die Eingebornen in den südlichen Theilen des hoch im Norden gelegenen russischen Amerikas bekannt geworden sind. Ich habe hiebei nämlich hinzuweisen auf eine neulich erschienene vortreffliche Arbeit von Hrn. H. J. Holmberg: Ethnographische Skizzen über die Völker des russischen Amerikas. 1ste Abth. Aus den Acten der Finnl. Soc. der Wissenschaften besonders abgedruckt. Helsingfors 1855. — Hr. Holmberg, welcher sich längere Zeit in diesem entlegenen Lande aufgehalten und sich wohl vertraut gemacht hat mit der reichen russischen Litteratur über dasselbe und seine Bevölkerung, theilt diese in vier Hauptstämme ein, nämlich: Thlinkithen (welche nach dem russischen Namen Koljusch von den meisten Ethnologen Koluschen genannt werden), Konjagen, Thnaina und Aleuten, welche je ferner in eine bedeutende Anzahl kleinerer Stämme zerfallen. In dem erschienenen Theile werden die zwei erstgenannten oder die Koluschen und Konjagen abgehandelt. Was die Koluschen anbetrifft, so zeigt sich der Verf. mit Wrangel geneigt, dieselben als verwandt mit den Azteken zu betrachten, obgleich ihre Sprache noch so wenig bekannt ist. Ihre Schädelform beschreibt der Verfasser nicht.

Von den Konjagen, welche von den Russen Kadjaken oder Kadjaksche Aleuten genannt werden, führt der Verf. Folgendes in Bezug auf ihre Schädelbildung an: „Im Aeussern der Konjagen finden sich einige charakteristische Kennzeichen, welche sie von den übrigen Völkern der nordamerikanischen Westküste unterscheiden; zu diesen Kennzeichen

gehört besonders die Bildung des Schädels, welcher im Nakken nicht gewölbt, sondern abgeplattet ist "

Schon nach diesen Angaben hatte man Veranlassung zu schliessen, dass diese beiden Stämme brachycephalisch und somit keine Eskimos seien. Dieses habe ich später zu bestätigen Gelegenheit gehabt durch Erläuterungen des so hoch verdienten Gründers des anatomischen Museums in Helsingfors, Prof. Evert Bonsdorff. Durch seine Güte habe ich nämlich Schädel beider genannten Stämme zur Untersuchung erhalten.

Der Thlinkithen- oder Koluschen-Schädel ist länger als der der Konjagen. Das Hinterhaupt ist mehr platt als gewölbt, doch nicht so platt wie bei dem Konjagen; sehr breit. Die Scheitelebene ist breit und flach, aber längs der sutura coronalis erhöht. Die Scheitelhöcker sind fast eckig hervorstehend, die Entfernung zwischen ihnen ist bedeutend, die Seiten sind plötzlich abfallend, die Schläfen gewölbt; die bogenförmigen Schläfenlinien steigen bis zur Scheitelfläche hinauf; der Abstand zwischen den Schläfen, so wie zwischen den Mastoidalregionen, sehr beträchtlich. Die ganze Breite des Schädels ist wie bei den Burälen sehr in die Augen fallend. Der Grund des Schädels ist gleichsam eingedrückt nach oben gegen die Hirnhöhle, so dass die Gelenkhöcker am Hinterhauptsbein gleichsam in fossae condyloideae vertieft sind; die Pars basilaris ossis occipitis ist flach und horizontal. Die Breite über den Jochbogen ist bedeutend, sowie die des Kinnladenbogens; der ganze Knochenbau ist sehr stark und das Gewicht des Schädels ungewöhnlich gross.

Betrachtet man ihn im Profil, so möchte man leicht schliessen, dass dieser Schädel zu der dolichocephalischen Form gehöre, aber wenn man ihn von unten betrachtet oder seine Peripherie ansieht, zeigt sich deutlich der mongolische oder brachycephalische Typus. Die Gesichtsbildung hat jedoch einige Aehnlichkeit mit der der Eskimos, so dass er im Ganzen eine Uebergangsform bildet zwischen der Schädelform von diesen und der der Konjagen, welche mehr aztekisch ist. Sowohl Blumenbach (l. c. Pl. LV.) als Sandifort (l. c. F. III.) haben

Thlinkithenschädel unter dem Namen Cr. Schigitana, von derselben Form wie der hier besprochene, beschrieben und abgebildet; sowohl der Blumenbach'sche wie der Sandifort'sche sind durch die Krusenstern'sche Expedition von der Norfolksbai heimgebracht. Der Schädel des Konjag ist vorzüglich ausgezeichnet durch seine Kürze, sein flaches, breites, schräg hinten abschüssiges Hinterhaupt, seine hohen Schläfenbogenlinien, seine kurze, trapezoidale, viereckige Scheitelfläche, seine breiten Jochbogen, den schmalen, scharfen Nasenrücken, sowie eine kleine, birnförmige Nasenöffnung. Die Zähne dieses Schädels sind ausgefallen und die Alveolen zusammengefallen, so dass man nicht urtheilen kann, wie der Alveolarbogen beschaffen war während der Zeit, wo die Zähne noch zugegen waren. Auch an diesem Schädel ist die Scheitelebene längs der Pfeilnaht erhöht. Durch seine Kürze und sein flaches Hinterhaupt hat dieser Schädel Aehnlichkeit mit dem der Atzteken.

Durch eine besondere Güte des Herrn Henry Christy hat unser Museum zwei ähnliche Schädel erhalten, welche aus einem atztekischen Begräbnissplatze bei Mexico ausgegraben wurden. Dieser Begräbnissplatz wurde entdeckt, als man 1849 für die Befestigung der Stadt Mexico Wälle und Gräben um die Stadt zog, um sie gegen die Kriegsheere der vereinigten Staaten vertheidigen zu können. Man fand bei diesen Ausgrabungen ausser den Schädeln eine Menge atztekischer Geschirre, Geräthschaften und Bilder, von denen ein grosser Theil von Hrn. Young in Mexico aufbewahrt wurde. Der Schädel, welche ich von Hrn. Christy erhielt, waren vier an Zahl; der eine wurde, in Uebereinstimmung mit ihm, der ethnologischen Gesellschaft in London durch ihren Secretär, Hrn. Cull überlassen. Alle vier Schädel wurden in der ethnologischen Section der British association in Glasgow 1855 vorgezeigt und sind in den Verhandlungen der Versammlung erwähnt worden („on Celtic, Slavic and Aztec crania. By Prof. Retzius.“ The report of the British association etc. Glasgow 1855 p. 145). Sie haben viel Aehnlichkeit mit den brachycephalischen peruvianischen Schädeln, welche Mor-

ton abgebildet hat, sowie mit denen, welche ich unter dem Namen Inca-Peruvianer beschrieben habe. (Öfvers. af K. V. Ak. Förh. No. 7. 1848. p. 140.) .

Diese Aztekenschädel sind alle kleiner als der Konjag-Schädel, nicht so breit und haben nicht so hervorragende Schläfen. Sie sind auch ausgezeichnet durch ihre Kürze, durch ihr breites, flaches, schief nach hinten abschüssiges Hinterhaupt, hohe Schläfenbogenlinien, kurze, trapezoidale Scheitelfläche; mit einer kleinen Erhöhung oder Firste längs der Sutura sagittalis; die Basis cranii ist sehr kurz; das Gesicht ist schwach prognathisch wie bei kalmuckischen Mongolen; die Alveolarbogen breit; die Nasenöffnungen sind ziemlich klein, aber die Nasenbeine hervorstehend wie bei Europäern. — Das Gesicht im Ganzen ist flach mongolisch; die Kinnladenbogen ziemlich weit.

Zwischen dem russischen Amerika und Mexico liegt das Oregongebiet. Die Schädelform der Bewohner desselben ist wohl bekannt durch Morton (Cr. Am.), welcher so gute Abbildungen der Chinoak, Klatstoni, Killemook, Clatsap, Kalapooyah, Clickitat u. s. w. geliefert hat. Wir haben drei interessante Oregon-Indianer-Schädel in unserm Museum, zwei von Dr. Morton und einen von Prof. Mughs in Philadelphia. — Die ersteren habe ich bereits vor langer Zeit beschrieben (Öfvers. K. V. Ak. Förh. 1847. No 1. p. 27) und ihren brachycephalischen, mongolischen Typus gezeigt, welcher besonders deutlich hervortritt, indem der Schädel nicht der verticalen Abplattung unterworfen worden ist, welche unter diesen Indianerstämmen gebräuchlich ist. Dass die Araukaner in Chili Brachycephalen sind und eine mit der der Peruaner und Mexicaner verwandte Schädelform besitzen, dürfte ohne allen Zweifel sein. — Die Araukanerschädel, welche Morton beschrieben, sind deutlich brachycephalisch, mit breiten Kinnladenbogen. Eine besondere Bestätigung hiervon erhielt ich vor einigen Jahren, als mein früherer Gehülfe und Prosector, Herr Ehrenfried Ekströmer, welcher als Schiffsarzt die Fregatte Eugenie auf der Reise um die Welt begleitete, Chili besuchte. Herr Ekströmer

hatte besonderen Auftrag, die Schädelform bei den Araukanern zu beobachten, und gab auch den Bescheid, dass sie ausgemacht Brachycephalen seien. Von Chili haben die brachycephalischen Stämme sich bis in die Pampas der Republik Buenos Ayres, sowie über ganz Patagonien und bis zu dem Feuerlande ausgedehnt. Von den Pampas-Indianer-Schädeln hat unser Museum drei besonders gute Specimina von in Südamerika ansässigen Schweden erhalten; einen von Hrn. Wilhelm Smitt, ehemals Besitzer grosser Güter in der Banda oriental, einen von Dr. Michaëlson, Artis obstetriciae Professor in Montevideo, und einen von Dr. Ernst Åberg, praktisirendem Arzte in Buenos Ayres. Ausserdem haben wir den Gipsabguss eines 13jährigen Mädchens vom Puelchesstamme. Dieses Mädchen befand sich unter den Indianerkindern, die als Kriegsgefangene in einem der Ausrottungskriege ergriffen waren, welche unter General Riberas gegen die Pampas-Indianer geführt wurden, und wurde als eine Curiosität nach Schweden gebracht. Eine nähere Beschreibung desselben ist von mir verfasst und in Herrn Tarras Abhandlung: „Ueber die Indianerstämme in den Plata- und Oriental-Republiken“ in der K. Vet. Akad. n. Handl. 1845 mitgetheilt worden, nebst einem vortrefflichen Portrait, sowohl in Profil wie en face, ausgeführt von Hrn. Wilhelm von Wright. Während meines Aufenthalts in Paris 1833 langte dort ein ganzer Trupp von Pampas-Indianern an, von den sog. Charrua's, und unser Museum besitzt einen Gipsabguss von einem der Männer, einem alten Caziken. Latham hat in seiner kleinen interessanten Schrift: „The varieties of the human species“ in „Orr's circle of sciences“ gute Profilfiguren geliefert von der Büste sowohl des Charrua wie des Puelches-Mädchens. Von dem letzteren hat er auch eine Figur en face nach von Wrights erwähntem Portrait in seinem grössern Werke: „The varieties of man“ mitgetheilt.

Morton hat in seinem oft citirten grossen Werke einen Schädel eines Charrua (aus Brasilien) sowie eines Puelches dargestellt, beide nach Originalen in den Museen des Jardin

des Plantes in Paris. — Er sagt von dem Puelchesschädel: „Wir sind erstaunt über das breite Gesicht, den hervorragenden Oberkiefer, den gewölbten Jochbogen, das flache Stirnbein, das abgeplattete Hinterhaupt und die starke Entwickelung über den Ohren. Die Grösse des Unterkiefers und die Vollkommenheit der Zähne sind auch charakteristisch." (We are at once struck with the broad face, the projecting upper jaw, the arching of the zygoma, the low os frontis, the flattened occiput, and the fullness of development above the opening of the ears. The size of the lower jaw and the perfection of the teeth are also characteristic.) l. c. p. 137. — Den Pampas- oder Puelches-Schädel, den unser Museum von Herrn Smitt erhalten hat, habe ich genauer beschrieben und abgebildet (in Öfversigt af K. Vet. Akad. Förh. No. 1. 1855). Er stimmt sehr wohl mit Mortons Beschreibung überein, aber der Unterkiefer und die Zähne fehlen. Diese finden sich dagegen an dem Schädel, welcher uns von Dr. Michaelsson zugesandt wurde und sind, wie Morton sagte, sehr entwickelt, sowie auch die Ohröffnungen gross und fast rund sind.

Von Indianern aus dem Feuerlande habe ich keine Schädel gesehen, wohl aber die vortrefflichen Profilportraits, welche in Capitain Fitzroy's Reise aufgenommen sind (Narrative of the surveying voyage etc. 1839). Aus diesen Portraits sieht man, dass die in Rede stehenden Indianer, die Fugier, in fast noch höherem Grade brachycephalisch sind als die Pampeaner.

Es scheint, dass wir so überall bei diesem Ueberblick volle Bestätigung gefunden haben, dass die brachycephalische und prognathische Kopfform von den Küsten des russischen Amerikas bis zum Cap Horn und dem Feuerlande die vorherrschende ist; eine Ansicht, welche man in seiner Weise auch sehr wohl von Morton selbst in einem nach seinem Tode herausgegebenen Werke ausgedrückt findet, worin er sagt: „Jeder, welcher diese Sache mit Aufmerksamkeit studirt hat, weiss, dass der peruanische Schädel eine runde Gestalt hat, mit abgeplattetem, fast senkrechtem Hinterhaupt.

Er ist zugleich ausgezeichnet durch einen erhöhten Scheitel, grosse Interparietalweite, schweren Knochenbau, vorstehende Nase, und breite, prognathische Maxillargegend. Dieses ist der Typus der Schädelform bei allen Stämmen vom Cap Horn bis Canada, in höherem oder geringerem Grade. (Morton's inedited Mss. in Types of Mankind etc. by J. C. Nott and Geo. R. Gliddon, London and Philadelphia 1854, p. 325.) Wie bekannt ist, verwarf Morton die Idee, dass diese Indianerstämme mit den Mongolenstämmen verwandt seien, ein Verhältniss, welches er nur den Eskimos beilegte. Ebenso nahm er als eine abgemachte Sache an, dass mit Ausnahme der Eskimos alle Amerikaner von derselben Race seien. In einer seiner letzten Abhandlungen sagt er jedoch hierüber: „Ich kann versichern, dass ich nach 16jährigen fast täglichen Vergleichungen nur die Bestätigung der Schlusssätze gefunden habe, welche ich in meinen Crania americana hinstellte, dass alle amerikanischen Volksstämme, mit Ausnahme der Eskimos, von einer Race sind und dass diese eigenthümlich und verschieden von allen anderen ist. Der erste dieser Sätze kann als ein Axiom in der Ethnographie betrachtet werden; über den andern finden noch verschiedene Meinungen statt und von diesen ist die überwiegendste diejenige, welche die amerikanische zu der mongolischen Race versetzt." (Some observations on the Ethnography and Archaeology of the American Aborigines. Extr. from the amer. Journ. of science. Vol. II. 2. Sec. New-Haven. 1846. p. 9.)

Wir sind in dem Vorhergehenden diesen Volksstämmen, welche wir mit Latham vorziehen „American-Mongolidae" zu nennen, vornehmlich längs den Küstenstrichen gefolgt. Sie haben sich jedoch auch weit landeinwärts in östlicher Richtung erstreckt. Man findet so nach Morton's grossem Werke (Crania americana) dieselben an den Ufern des untern Missisippi als Nachez, in Louisiana als Chetimachies, in Georgien, Alabama und Florida als Muscogées oder Creeks, in Florida als Uchées und Semiolen, in Wisconsin als Menominées und Ottigamees, in Arkan-

sas als Osage. Ausserdem hat Morton Schädel derselben Form aus alten Gräbern in Virginia, Ohio und Tenessée beschrieben und abgebildet. In dem Museum des Carolinischen Instituts besitzen wir zwei solcher mongolenförmiger Schädel, geschenkt von Morton, nämlich eines Sac-Indianers aus Missouri und eines Menomine aus Michigan. Das Eindringen dolichocephalischer Stämme in westlicher Richtung bis nach Peru ist in dem Vorhergehenden berührt, aber die eigentlichen Stammsitze sind stets seit der Eroberung des Landes durch die Europäer und grossentheils bis zu unserer Zeit unverändert beibehalten worden.

Bevor ich diese Uebersicht über den Einfluss, welchen das Studium der Schädelform bei den verschiedenen Volksstämmen auf die Entwickelung der Ethnologie ausgeübt hat, schliesse, dürfte es nicht unpassend sein, hier die Frage: über die künstliche Umformung des Schädels zu berühren. Diese ehedem von mehreren orientalischen, griechischen und römischen Autoren besprochene oder beschriebene heidnische Sitte war lange ganz in der civilisirten Welt vergessen, bis man entdeckte, dass die wie ein Wunder erscheinende Eigenthümlichkeit bei mehreren amerikanischen Indianerstämmen stattfinde. Blumenbach, welcher bei der Beschreibung eines Caraibenschädels von St. Vincent zur Anregung dieser Frage veranlasst wurde, erinnert daran, dass Sabatier, Camper und Arthaud die Möglichkeit einer solchen künstlichen Bildung des Schädels leugnen, widerlegt aber selbst diese Ansicht ganz vollkommen (Dec. 1a. p.27). In seiner Beschreibung des Schädels eines Türken (l. c. p. 16) führt er ein langes Citat aus Vesalius (De corp. hum. fabr. p. 23 ed. 1555) an, welches wohl werth ist, auch hier wieder in Erinnerung gebracht zu werden: „plerasque nationes peculiare quid in capitis forma sibi vindicare constat. Genuensium namque, et magis adhuc Graecorum et Turcarum capita globi fere imaginem exprimunt, ad hanc quoque (quam illorum non pauci elegantem et capitis quibus varie

utuntur tegumentis accomodatum censent) obstetricibus nonnumquam magna matrum solicitudine ferentibus." — Lange Zeit nachher erregte diese Sache wenig Aufmerksamkeit, bis Pentland die merkwürdigen Schädel aus Peru heimbrachte, welche von Tiedemann (Zeitschrift für Physiologie Bd. 5. H. 1. p. 107) beschrieben, in Gips abgegossen und in so viele öffentliche und private Sammlungen zerstreut wurden. Viele andere künstlich geformte Schädel kamen nun aus demselben Welttheil von mehreren verschiedenen Formen nach, bis wir in Morton's „Crania americana" eine ganze Geschichte dieser Sitte und der Weise, in welcher die Formung bei mehreren Indianerstämmen geschah, zu sehen bekamen. Die mannichfachen und gründlichen Nachrichten, welche wir so aus Amerika erhielten, machten, dass diese ungereimte und heidnische Sitte, den Schädel künstlich umzuformen, fast allgemein als ur-amerikanisch angesehen wurde. Ueber die künstliche Formung blieben jedoch die Meinungen lange getheilt. So wurde wiederum selbst von dem ausgezeichneten Anatomen Tiedemann (l. c.) erklärt, dass die sonderbare Form nicht künstlich, sondern eine natürliche Bildung sei. Derselben Meinung war der Schweizer Naturforscher und Reisende Tschudi.

Im J. 1844 beschrieb ich einen Avaren-Schädel, von dem mir durch Prof. J. Hyrtls Güte ein Gipsabdruck mitgetheilt war. Dieser Avaren-Schädel war künstlich geformt, mit einer nach hinten gerichteten, sehr verlängerten Scheitelgegend, zeigte aber im Uebrigen alle Merkmale, dass er einem turanischen, d. h. brachycephalischen Individuum angehört habe. Dieses bestätigte die bereits erweckte Vermuthung, dass er einem Avaren angehört habe, da die Avaren ein Zweig des uralisch-türkischen Stammes sind. Tschudi hatte bekanntlich erklärt, dass dieser Schädel einem Peruaner angehört habe. — Im vorhergehenden Jahre erschien eine merkwürdige Abhandlung von Rathke (Müller's Arch. 1843, p. 142), woraus man ersah, dass ganz ähnliche Schädel bei Kertsch in der Krimm ausgegraben waren. Rathke verwies auf Hippokrates Buch: „De aëre aquis et locis" L. IV., und auf

Strabo, welche von der Sitte der makrocephalischen Scythen, durch Binden und Druck künstlich den Schädel zu bilden, berichteten. Mehrere ähnliche Schädel aus der Gegend von Kertsch sind später beschrieben von Dr. Carl Meyer (Müller's Arch. 1850).

1854 lieferte Dr. Fitzinger in Wien eine besonders reichhaltige und gelehrte Abhandlung: „Ueber Schädel der Avaren" etc. in den Denkschriften der Kais. Akademie der Wiss. V. I. Wien 1854, worin er zeigt, dass die Umformung des Schädels in den Schriften älterer Autoren von mehreren Landstrichen des ehemaligen oströmischen Kaiserreiches besprochen wird, und zugleich einen später in Niederösterreich gefundenen gepressten antiken Schädel beschreibt. Im Jahre 1852 erhielt ich von Herrn Troyon, in der Schweiz, Zeichnungen und Beschreibung zweier ähnlicher, gepresster, antiker Schädel aus der Schweiz und Savoyen, nach denen ich eine Darstellung in K. Vetensk. Akad. Förh. Öfv. 1854 gab, Durch wichtige Aufschlüsse des gelehrten französischen Akademikers Amadée Thierry (Attila etc.) hatte ich gefunden, dass die Sitte, künstlich den Schädel zu formen, in der Vorzeit von den Mongolen ausgegangen sei und die Hunnen sie von ihnen gelernt haben; auch dass diese Operation ausgeführt wurde, um den Individuen eine aristokratische Auszeichnung zu geben, wie Hippokrates von den makrocephalischen Scythen angedeutet hat und wie es noch der Fall bei den Oregon-Indianern ist. Aber zugleich hatte ich Gelegenheit zu zeigen, dass diese Sitte noch in Frankreich bestehend gefunden wird, wahrscheinlich übrig geblieben aus den entlegenen Zeiten, wo die Hunnen Herren des Landes waren. Diese in gewissen Strichen von Frankreich noch bestehende Sitte findet sich nämlich besprochen und beschrieben in Dr. Fovilles Arbeit über die Anatomie des Gehirns (Traité complet de l'anatomie, de la physiologie et de la pathologie du système nerveux cérébrospinal. Paris 1844, p. 632. Atlas. Pl. 23. Fig. 1, 2), ohne dass jedoch der Verfasser irgend eine Ahnung von dem historischen Grund und der Bedeutung der Sitte gehabt zu haben scheint. Die Sache

wird hier als eine Unsitte erwähnt, welche zur Störung der Seelenfunctionen beiträgt. — Nicht lange darauf erhielt ich von Professor Geffroy in Bordeaux die Bestätigung, dass diese Sitte noch im südlichen Frankreich, nicht weit von Marseille besteht. Sie soll sich auch noch an mehreren Stellen in der Türkei finden, wie oben aus Vesal u. A. angeführt ist.

Da es so vollständig nachgewiesen ist, dass der in Rede stehende Gebrauch, den Schädel künstlich umzuformen, von der entferntesten Vorzeit her einem Theil der östlichen Völker angehört hat und dass derselbe nach Thierry als eigentlich mongolisch erklärt wurde, so warf ich auch in derselben Schrift die Frage auf, ob nicht auch diese Sache für ehemalige Verbindungen zwischen der alten und neuen Welt spräche? Diese Sache scheint nunmehr ausser Zweifel gesetzt zu sein durch die zahlreichen Argumente, welche nach und nach, ausgegangen von so vielen und so gründlichen Forschern, hervorgetreten sind. Wahrscheinlich ist die Sitte mit den Mongolen nach Amerika hinübergekommen und hat sich von ihnen auch über das nicht mongolische Volk auf dem amerikanischen Continent zerstreut. Es scheint klar, dass die Pressung bei der grössten Anzahl der Stämme auf das Hinterhaupt geschah, um diesen Theil flach und kurz zu machen. Diese Pressungsweise ist die allgemeinste bei den amerikanischen Mongolen oder den brachycephalischen Indianern gewesen. Die Pressung von oben (unter den Flatheads) kommt wahrscheinlich von der nähern Nachbarschaft der Oregon-Indianer mit den Eskimos her, welche grosse und breite Köpfe haben. Die Pressung von vorn (Huanchas, Caraiben) scheint den Schädel noch mehr dolichocephalisch haben machen sollen und gehört daher den Dolichocephalen an, für welche ich mir hier nach des ausgezeichneten Lathams Beispiel den Namen Amerikanische Semiten vorzuschlagen erlaube, und so schliesst diese Mittheilung mit dem Vorschlage, die zwei grossen Hauptabtheilungen der sogenannten amerikanischen Indianer Amerikanische Mongolen und Amerikanische Semiten zu nennen.

Einige Beobachtungen über das ausgedehnte Vorkommen von Nervenanastomosen im Tractus intestinalis.

Von

Dr. Theodor Billroth.

(Hiezu Taf. VI.)

Die Nervenanastomosen, welche man im ersten Beginn der mikroskopischen Anatomie ruhig hingenommen hatte, erregten nach der Entwicklung der modernen Nervenphysiologie grosses Aergerniss, und der heftige Kampf, welcher sich gegen dieselben erhob, ward mehr oder weniger bis jetzt noch fortgekämpft. Durch R. Wagner's rastlose Bemühungen auf dem Felde der Nervenhistologie gelang es, für einige Gewebe, wo man früher Anastomosen angenommen hatte, die freien Enden (im elektrischen Organ der Zitterrochen) oder Endigung in besonderen Organen (Tastkörperchen) zu constatiren. Hieran schlossen sich die neuen Untersuchungen der Retina von H. Müller, die Corti'schen Untersuchungen über das Gehörorgan, die Entdeckungen von Eckhardt, Ecker und Schultze über die Endigung der Geruchsnerven, die Veröffentlichungen von Leydig über eigenthümliche nervöse Organe in der Haut bei Fischen etc., und Alles dies trug dazu bei, den Gedanken an Nervenanastomosen, und nun gar an Nervenendplexus völlig in den Hintergrund zu drängen, ja die Meisten perhorrescirten die blosse Idee eines Nervenplexus als etwas längst Abgethanes, als etwas physiologisch Unmögliches.

Nur ein Histolog hielt besonders fest an den Nervenanastomosen: Kölliker hat bis auf die allerneueste Zeit immer wieder darauf aufmerksam gemacht, dass Nervenendplexus vorkommen; ausser seinen früheren Abbildungen hat der genannte Forscher neue Zeichnungen von Nervenanastomosen aus der Haut der Maus (Zeitschrift f. wissensch. Zoologie Bd. VIII. Taf. XIV. Fig. 10), aus der Riechschleimhaut von *Scyllium canicula* (Würzburger Verhandl. Bd. VIII. Taf. I. Fig. 4) und aus dem elektrischen Organ des Zitterrochen (ibid. Fig. 1) gegeben. His hat ferner in der bekannten Arbeit über die Cornea wieder mit Bestimmtheit die Existenz von Anastomosen behauptet und letztere abgebildet; die Nervenplexus in der Cornea sind mir um so unzweifelhafter, als ich His's Präparate kenne und ihre Beweiskraft zu klar ist, als dass es sich der Mühe lohnte, die dagegen gemachten Einwendungen weiter zu berücksichtigen.

Die nachfolgenden Beobachtungen, wonach ausgedehnte Nervenanastomosen in der Submucosa des ganzen Tractus intestinalis vorkommen, entstanden dadurch, dass ich mit verschiedenen Methoden die Zungen- und Gaumenschleimhaut von Wassersalamandern, Fröschen, Schildkröten, Fischen, Vögeln etc. untersuchte, allerdings um gegen die Nervenplexus zu arbeiten und die Endigung der Geschmacksnerven in specifischen Zellen zu finden, wie ich etwas der Art beim Frosch gesehen zu haben glaubte.

Die ersten unzweifelhaften Nervenplexus fand ich in der Schlundschleimhaut des Wassersalamanders bei folgender Untersuchungsmethode: von dem frisch abgeschnittenen Kopf wurde der Unterkiefer mittelst Durchschneidung der Mundwinkel an beiden Seiten getrennt und in ein Näpfchen mit gewöhnlichem Kochessig geworfen; hierin quellen in 6 – 8 Stunden die Weichtheile auf, so dass alles Bindegewebe gallertig durchsichtig ist und nur die Bindegewebskörperchen zeigt. Mit einem weichen Tuschpinsel pinselt man leicht die ganze Epitheliallage von Zunge und Gaumenschleimhaut ab, und nimmt nun von der Oberfläche der letzteren dicht hinter dem vorderen kleinen musculösen Theil der Zunge, zwischen

ihm und dem Eingang in den Larynx einen Abschnitt von der Fläche. In diesem findet man immer eine grosse Menge feiner Nervenfasern, die ein sehr verschieden enges und weites Netz bilden. Wenngleich diese Fasern von jedem, dem feine Nervenelemente aus eigenem Augenschein bekannt sind, für nichts Anderes gehalten werden können, so hebt der hier leicht nachzuweisende Zusammenhang mit kleinen evidenten Nervenstämmchen jeden Zweifel (Fig. 1). —

Die feinsten Nervenfäden, welche die reichsten Anastomosen bilden, sind blasse, leicht glänzende Fäden, an denen durchaus keine verschiedenen Schichten zu unterscheiden sind; in ihnen sind grosse Kerne mit mehreren Kernkörperchen eingelagert; diese Kerne liegen zum Theil in den Knotenpunkten der Netze, zum Theil aber auch in den Fasern während ihres Verlaufs. Der gestreckte starre Verlauf dieser blassen Nervenfasern macht sie ebenfalls leicht kenntlich vor anderen Faserarten, mit denen sie an den genannten Orten gar nicht verwechselt werden können, da hier, ausser den später zu erwähnenden Ausläufern grosser Sternzellen, keine anderen Fasern vorkommen. Diese feinsten Nervenelemente vereinigen sich zuweilen zu kleinen Stämmchen, zuweilen entspringen sie direct aus Nervenstämmchen mit doppelt contourirten Fasern; wie dies geschieht, darüber habe ich mir keine klare Anschauung verschaffen können, ob diese feinen Nervenfasern in unmittelbarem Zusammenhang mit dem Axencylinder stehen oder nur mit der Scheide der Primitivfaser zusammenhängen; ich habe dies Verhältniss so gezeichnet, wie ich es gesehen habe. Nach längerer Einwirkung des Essigs verändern sich die in den kleinen Nervenstämmen oft sehr fein contourirten Primitivfasern, doch so, dass man eben über diese Verhältnisse keine völlige Klarheit gewinnt. Die grossen Kerne, die man in den Nervenstämmchen in grosser Menge sieht, schienen mir zuweilen in den Axencylindern zu liegen, wie kleinste Ganglienzellen, was bei anderen Thieren, z. B. beim Flusskrebs beobachtet ist und was ich später bei der Schildkröte ganz evident deutlich fand.

Dass die feinen Nervenfasernetze von bezeichnetem Orte als Endplexus anzusehen sind, scheint mir ziemlich zweifellos; ich habe von diesen Fasern aus nie frei endigende Ausläufer gesehen (natürlich mit Ausnahme der Grenzen des Präparats), sondern alle Fasern standen hier in continuirlichem Zusammenhang unter einander. Da man nun hier eine Oberfläche völlig frei übersieht, so können diese Nervennetze wohl als nichts anderes als Nervenendplexus angesehen werden; es ist dies übrigens auch in dieser Beziehung das günstigste Beobachtungsobject, was mir bisher bekannt ist.

Ehe ich weiter auf die Nervenplexus bei anderen Thieren übergehe, will ich hier noch einiger höchst auffallender und eigenthümlicher Zellen und Fasern erwähnen, die ich bei anderen Thieren an denselben Orten bisher vergeblich gesucht habe. Wenn man die Präparate nach oben genannter Methode untersucht, findet man nämlich in der Schleimhaut ausser den Nervennetzen immer noch eine verschieden grosse Anzahl von sehr verästelten grossen Sternzellen (Fig. 2) mit sehr vielen Ausläufern, die vielfach unter einander anastomosiren und dadurch an manchen Stellen ebenfalls ein deutliches Netz bilden. Diese Zellen besitzen bestimmt keine Membranen; ihre Contouren, sowie die ihrer Ausläufer, sind nicht scharf und ihre Substanz ist blass grobkörnig. Meist sieht man einen grossen Kern im Zellkörper, in anderen Fällen kommt ein solcher nicht zur Beobachtung. In Form und Charakter machten diese Zellen zuerst den Eindruck auf mich wie Pigmentzellen ohne Pigment; hie und da findet man auch einzelne dunklere Körnchen wie Fett darin. Mit den übrigen in der Substanz der Schleimhaut liegenden Bindegewebskörperchen haben sie nichts gemein, sie sind viel grösser und noch besonders durch ihre enorm leichte Zerstörbarkeit charakterisirt. Schon nach 6stündiger Maceration des Präparats in Essig findet man in der Regel eine Menge von zerfallenen Zellen der Art, besonders aber viele zerfallene

Ausläufer und Fasern; nach 24stündiger Maceration sieht man fast nichts mehr von ihnen.

Es liegt dies System von Zellen und Fasern der Oberfläche sehr nahe; die Zellen liegen nicht selten dicht an den Capillargefässen, an den Nervenstämmchen, auch zwischen den Muskelfasern, und umklammern diese Elemente mit ihren Spinnenbeinen ähnlichen Ausläufern. Dass dies Zellensystem unter einander zusammenhängt, habe ich bereits erwähnt, einen Zusammenhang mit anderen Theilen habe ich trotz der ausdauerndsten Untersuchung nicht finden können; sie hängen weder mit den Muskeln noch mit den Nerven zusammen. Ihre Wesenheit ist mir demnach nicht völlig klar geworden.

Im Allgemeinen ist der erste Eindruck, dass es Zellen analog den Pigmentzellen sind, überwiegend bei mir geblieben; gerade die Pigmentzellen umgreifen oft so die Gefässe und Nerven sowohl bei Salamandern, als bei Schildkröten und bei Nattern.

Die grosse Zerstörbarkeit dieser Elemente spricht etwas für nervöse Natur; dann müsste dies aber ein isolirtes peripherisches Nervensystem sein, was sich doch gewiss auch bei anderen Thieren vorfinden würde; freilich sind dort die Schwierigkeiten der Untersuchung weit grösser; Gehalt an Pigment und kleinen Fettkügelchen spricht nicht direct gegen die nervöse Natur dieser Zellen.

Sollten die Ausläufer dieser Zellen dennoch mit Muskelfasern oder mit den Ausläufern der Epithelialzellen in Verbindung stehen? ich habe nichts davon auffinden können.

Bei weiterer Untersuchung fand ich zunächst in der Schleimhaut des Schlundkopfes vom Frosch, sowie auch in der Magenschleimhaut desselben Thieres und später auch des Wassersalamanders ausgedehnte Anastomosen und Verästelungen feinster Nervenfasern. Die Untersuchungsmethode ist dieselbe, nur dass man den Präparaten, wenn sie zu schleimig weich sind, durch geringes Erhärten in Chromsäure (in weingelber Lösung 24 Stunden) wieder eine angenehmere Consistenz

giebt, wobei das Bindegewebe seine durchsichtige Beschaffenheit behält. Von diesen Präparaten habe ich jedoch nur Querschnitte mit der Scheere machen können, da man die oberste Schicht der Schleimhaut mit den dicken Drüsen nicht ohne Zerstörung der Submucosa, in der die feinen Nervenfäden liegen, herunterbringt. — Es finden sich hier nur blasse Nervenfasern und feinste Fäden mit eingelagerten Kernen diese laufen, wenn sie aus der Muscularis herausgetreten sind, ziemlich gerade auf die Drüsenschicht los, geben jedoch auf diesem Wege Aeste ab und anastomosiren mit anderen zu ihnen tretenden. Zu verwechseln wären diese Fäserchen hier nur mit den Faserzellen der Muskelschicht, die unmittelbar die Drüsen umspinnen; diese sind hier ziemlich lang und können, wenn sie aus einander gedrängt werden, Zweifel über ihre Natur erregen; wenige Präparate genügen hier zur Orientirung.

Ein anderes von mir beobachtetes Object ist die Schlundschleimhaut der Schildkröten; diese eignet sich weniger zum Studium der Nervenplexus, weil hier die Capillaren enorm reichlich und ziemlich eng und kernreich sind, und weil die Menge der Bindegewebskörperchen so sehr gross ist. Auch hier kommen Nervennetze vor, doch noch schöner sieht man hier deutlich Zellen in die doppelt contourirten Nervenfasern eingeschaltet, die wohl zweifellos als Ganglienzellen zu betrachten sind, zuweilen mehrere Zellen an einer Primitivfaser; diese Verhältnisse sind hier weit leichter zu unterscheiden wie beim Salamander, weil hier die Kerne in den Nervenscheiden soviel kleiner sind (Fig. 3 a). Zum Vergleich habe ich daneben ein Stück einer breiten Nervenfaser aus der Zunge vom Wassersalamander gezeichnet (Fig. 3 b); sollten diese grossen Kerne und vielleicht die Kerne der Nervenscheiden überhaupt nicht in einer genaueren Beziehung zur Nerventhätigkeit stehen? Es ist auffallend, dass die Kerne in den Scheiden der Primitivfasern um so häufiger werden, je dünner der Nervenstamm wird, und dass sie endlich in den feinsten Fasern allein übrig bleiben; hier haben sie doch wohl ausser der Ernährung der specifischen Faser auch noch

die Bedeutung von kleinen Nervencentren, kleinen Ganglien, wie dies His a. a. O. bereits früher ausgesprochen hat. Bei der grossen Gleichartigkeit der Faserelemente und ihren feinsten Theilen bleibt fast nichts Anderes übrig, als die Differenz der physiologischen Function dieser Fasern in einer specifischen Thätigkeit ihrer Kerne zu suchen.

In dem muskulösen Theil der Zunge der oben erwähnten Thiere habe ich ebenso wenig wie in der Froschzunge Nervenplexus auffinden können. Die Objecte sind zu ungünstig. Auch Zungen von Säugethieren und vom Menschen habe ich nach verschiedenen Methoden vielfach in Bezug auf diese Verhältnisse untersucht, jedoch nichts mehr als bekannt in Bezug auf die Nerven herausgebracht.

Soweit waren diese Untersuchungen, als mir durch Meissner brieflich die Mittheilung von der Existenz einer Menge von mikroskopischen Ganglien in der Submucosa des Darms gemacht wurde, eine Entdeckung, die jetzt bereits veröffentlicht ist (Zeitschrift für rationelle Medicin Bd. VIII. Heft 2 p. 364). Nach Meissner's Untersuchungsmethode (Maceration in verdünntem Holzessig) constatirten sich leicht die angegebenen Verhältnisse. Ausserdem aber fand ich bei dieser Methode auch, wenngleich sehr spärlich, äusserst blasse, sehr feine körnige Fasern von gestrecktem Verlauf, mit eingelagerten ovalen Kernen, deren nervöse Natur ich nach meinen früheren Beobachtungen zwar vermuthete, doch nicht beweisen konnte. Ein durch Zufall glücklich gewähltes Object ergab auf einen Schlag alle diese Verhältnisse mit solcher Evidenz, dass die vorigen Beobachtungen dagegen nur als Analogien noch Interesse behalten.

In dem Dünndarm eines 6 Tage alten Kindes zeigten sich die Ganglien und Nerven in solcher Masse und in so dichten Anastomosen, dass man sich kein schöneres Bild wünschen kann. An den Nervenstämmen waren weder einzelne Primitivfasern, noch in den feineren Fasern einzelne Schichten zu unterscheiden, sondern sie bestanden alle aus einer kör-

nigen, blass glänzenden Substanz. Die dickeren hatten eine Art von Adventitia, oder vielmehr Adventitialzellen, die nach den feineren Enden weiter aus einander lagen und dann ganz fehlten; dies ist gewiss als Bindegewebe (Neurilemm) aufzufassen und entspricht nicht etwa der Scheide der Primitivfaser. Die Ganglien zeigten keine Zellen, sondern in der mit den Nerven in unmittelbarer Fortsetzung stehenden fein granulirten Masse nur Kerne, die in den grösseren Ganglien bereits zu einzelnen Gruppen vereinigt waren; viele einzelne Kerne der Art bildeten kleinste Anschwellungen in den feineren Fasern (Fig. 4). Die feinsten Nervenfäden bilden (ebenso wie die dickeren) Anastomosen und Netze, die jedoch alle der Schleimhautoberfläche näher liegen. — Die Capillaren waren bereits völlig ausgebildet und konnten nicht leicht mit diesen Nervennetzen verwechselt werden. — In den feinsten Nervenfäden liegen sehr häufig Kerne eingeschaltet, sowohl im Verlauf der Fasern, als in den Knotenpunkten der Netze. Die Kerne alle von rundlicher oder ovaler Form scharf contourirt mit mehren Kernkörperchen. — Diese Verhältnisse zeigten sich an frischen Präparaten ebenso, wie an den Holzessigpräparaten, wenngleich dort Alles nur mühsam aufgefunden wurde. Diese ausgebreiteten Netze der feineren und feinsten Nervenfasern sind in der gezeichneten Weise nur beim Kinde sichtbar. Meissner giebt an, dass die kleinen Nervenstämmchen, in denen die Ganglien liegen, ein ausgebreitetes Netz bilden, doch erwähnt er nicht der feinen Nervenplexus, die unmittelbar unter der Drüsenschicht der Schleimhaut besonders ausgebildet sind. Auf Querabschnitten des Darms, die mit Messer oder Scheere genommen sind, kann man diese Nervenverbreitung nur höchst unvollkommen sehen, da man natürlich die meisten Netze trennt, man muss daher die ganze Submucosa der Fläche nach übersehen können. Hiezu lasse man ein Stück aufgeschnittenen Dünndarm vom Kinde 3—4 Tage in halb mit Wasser verdünntem Holzessig liegen: nun kann man die ganze Drüsenschicht mit dem Scalpellrücken leicht abschaben und mit der Scheere der Fläche nach leicht einen Abschnitt von der stark aufgequollenen

Submucosa machen. Aus einem solchen Abschnitt ist die beigegebene Zeichnung entnommen. — An Querschnitten sieht man einige der obigen Verhältnisse ebenfalls sehr gut; auch einige Verbindungen der feineren Fasern lassen sich leicht nachweisen; in der Muscularis der Drüsen aber verlaufen sich eine Menge von Aesten, die man nicht weiter verfolgen kann, so dass man hier den Nachweis nicht liefern kann, dass die vorliegenden feinen Nervenplexus wirklich Endplexus seien. — Es sind den Herren J. Müller, Virchow, Reichert, Dubois, G. Wagener, Grohé, M. Schultze, His, Bar. de La Valette, sowie einer grössern Anzahl meiner Schüler diese Präparate bereits vor einigen Wochen vorgelegt. —

Die hier beschriebenen Nervenelemente sind jedenfalls als noch in der Entwicklung begriffen zu betrachten; es wäre gewiss sehr dankbar, durch eine Reihe von Untersuchungen herauszubringen, wie sich die späteren Stadien aus den vorliegenden entwickeln und wie letztere entstehen. Die jetzt noch körnige Masse in den Ganglien wird sich wahrscheinlich um die einzelnen Kerne als Zellsubstanz concentriren, und gleichzeitig wird in den dickeren Stämmen die Differenzirung der einzelnen Primitivfasern zu Stande kommen.

Am Darm des Erwachsenen kommen nun alle diese Verhältnisse aus folgenden Gründen nicht zur Anschauung: die Drüsenschicht lässt sich nicht so leicht herunterschaben; das Bindegewebe ist viel fester, die Bündel mit den elastischen Fäserchen bleiben bei der Maceration in Holzessig gesondert und körnig trüb, das Object bekommt daher nie die Klarheit wie beim Kinde und bei niederen Thieren, wo das Bindegewebe bis zur Gallertconsistenz aufquillt und völlig homogen wird; endlich liegen beim Erwachsenen alle Elemente so viel weiter aus einander, dass man deshalb an einem Schnitt viel weniger Beobachtungsmaterial hat. — Schon vor der Meissner'schen Entdeckung waren mir in der Submucosa des Dickdarms zwischen den Bindegewebsbündeln die Menge von Bindegewebskörperchen aufgefallen, von denen sich einzelne durch ihren scharf ovalen Kern, durch deutlichen Zellkörper und starr verlaufende Ausläufer auszeichneten; ich

sahe diese Zellen besonders schön an einem Stück Dickdarm vom Menschen, welches folgendermassen zubereitet war: es hatte zuerst 24 Stunden in Essig gelegen und war dann 14 Tage lang in dünner Chromsäure allmählig erhärtet; dies Präparat hat eine ausgezeichnet schöne Consistenz, um Durchschnitte davon zu machen. Diese kleinen Bindegewebskörperchen ähnlichen verästelten Zellen halte ich zum Theil für Elemente, welche den feineren Nervenplexus angehören und die Bindegewebsbündel umstricken. — Wie schon früher oben erwähnt, findet man auch bei Erwachsenen an Holzessigpräparaten zuweilen ausserordentlich feine, gestreckt verlaufende, sehr feinkörnige Fäden mit eingelagerten Kernen, die ich ebenfalls nach dem jetzigen Stand der Dinge für feinste Nervenfäden halte; doch die Untersuchung ist unsicher und der Beweis in den meisten Fällen nicht zu führen, indem ich einen Zusammenhang dieser Fäden mit unzweifelhaften Nerven nicht habe constatiren können.

Auf die Meissner'schen Ganglien gehe ich nicht weiter ein; die Sache an sich ist so einfach zu sehen, und einen genauern Verfolg des Gegenstandes hat der Entdecker selbst übernommen. Ich will hier nur erwähnen, dass ich Ganglienzellen in den Nerven der Schlundschleimhaut der Schildkröte sah (wie oben erwähnt), ausserdem bei Eulen zwischen den Muskellagen des Magens, beim Kaninchen im Rectum; die Verbreitung erstreckt sich also sicher auf den ganzen Tractus intestinalis. Ausserdem sind diese Ganglien leicht aufzufinden in der Harnblase des Frosches und der Schildkröte; beim Frosch sind die Ganglienzellen hier zuweilen hellgelb pigmentirt. Man untersucht es am besten so, dass man nach der Maceration in Kochessig oder dünnem Holzessig ein Stück Harnblase herausschneidet, von dieser das Epithel abpinselt, und nun die ganze Muscularis durchsucht; fast an jedem Nervenstamm wird man eine Menge Ganglien finden; nach Nervenplexus habe ich vergeblich gesucht; das Object ist ungünstig. —

Die Nervenplexus der Submucosa erstrecken sich beim Kinde bis in den Schlund, bis an die Zungenwurzel; wo die

Zungenpapillen und die Drüsen anfangen, ist kein deutliches Bild mehr zu gewinnen. —

Es mögen die obigen Beobachtungen dazu dienen, weitere Nachforschungen über die Nervenplexus anzuregen. Wenngleich es denkbar wäre, dass die Nervenplexus im Tractus intestinalis eine specifische Beziehung zur peristaltischen Bewegung der organischen Muskeln hätten, so spricht doch die Beobachtung von Nervennetzen an anderen Orten (Cornea, His; Häute, elektrisches Organ, Muskel, Froschlarvenschwanz, Kölliker) sehr für ein allgemeineres Vorkommen derselben. Die neusten Mittheilungen von Jacubowitsch bringen die ausgedehnte Verbreitung von Anastomosen und Ganglienzellenplexus in den Centralorganen zur nähern Kenntniss. Alles drängt jetzt wieder zu der Annahme, dass die Nervenanastomosen doch recht häufig vorkommen.

Berlin im August 1857.

Erklärung der Abbildungen.

Vergrösserung 350—400.

Fig. 1. Nervenplexus aus der Schlundschleimhaut des Wassersalamander.

Fig. 2. Sternzellen ebendaher von zweifelhaftem Charakter.

Fig. 3. a. Nervenfaser mit Ganglien aus der Schlundschleimhaut der Schildkröte. b. Breite Nervenfaser aus der Zunge des Wassersalamander mit grossen Kernen in der Scheide der Primitivfaser.

Fig. 4. Nervenplexus und Ganglien aus der Submucosa des Dünndarms eines 6 Tage alten Kindes.

Ueber die Epithelialzellen der Froschzunge, sowie über den Bau der Cylinder- und Flimmerepithelien und ihr Verhältniss zum Bindegewebe.

Von

Dr. Theodor Billroth.

(Hiezu Taf. VII.)

In einer früheren Notiz über die Epithelialzellen der Zunge (Deutsche Klinik 1857. No. 21) habe ich aus Beobachtungen, die zunächst an der Froschzunge gemacht waren, zu deduciren gesucht, dass es höchst wahrscheinlich sei, dass die Epithelialhäute von dem Bindegewebe aus fortwährend reproducirt würden, und dass somit den Epithelialgebilden überhaupt jene exclusive Stellung nicht mehr gebühre, die sie bisher einnahmen.

Im Folgenden will ich eine genauere Beschreibung des von mir Beobachteten geben, um die Thatsachen von den daraus gemachten Schlüssen strenger zu sondern; ich gehe auch hier wieder von dem Epithelialüberzug der Froschzunge aus und werde daran einige weitere Beobachtungen über den Bau der gestielten Epithelialzellen überhaupt anschliessen.

An der Froschzunge lassen sich drei verschiedene Arten von Papillen unterscheiden: die meisten sind spitz und haben keine Gefässe; eine zweite Art ist etwas grösser und breiter und hat eine einfache oder nur wenig complicirte Gefässschlinge; die dritte Art ist noch einmal so breit wie die vorige, enthält in der Mitte einen starken Nervenstamm, eine ziemlich zusammengesetzte Gefässschlinge und ausserdem Mus-

keln. Alle drei Arten von Papillen haben flimmertragende gestielte Epithelialzellen; nur die Nervenpapillen besitzen auf ihrer stumpfen Oberfläche eigenthümliche zellige Gebilde, die später besonders beschrieben werden sollen.

Die Untersuchung an frischen Präparaten zeigt schon, dass die Epithelialzellen gestielt sind, doch sind sie so schwer unversehrt von den Papillen herunterzubringen, dass man auf diese Weise nicht zu genauerer Einsicht kommt.

Lässt man eine Froschzunge 18—24 Stunden in äusserst dünner (ganz hellgelb gefärbter) Chromsäurelösung liegen und nimmt man nun mit der Scheere Querschnitte von der Oberfläche, so wird sich Folgendes zeigen: die obersten Zellenlagen mit den Flimmern sind meist abgelöst und schwimmen im Zusammenhang oder einzeln umher (Fig. 2 u. 7); die Papillen haben ein höchst merkwürdiges Ansehn: sie sind ganz aus spindelförmigen Zellen zusammengesetzt, deren eines Ende frei hervorragt, deren anderes an der Substanz der Papille fest anhaftet, in ihrem Zellkörper ein glänzender ovaler Kern mit ein oder zwei grossen Kernkörperchen (Fig. 1 a). Sucht man durch Manipulationen mit dem Deckgläschen die Zellen von der Papille abzureissen, so bleiben zuweilen einige mit langen Stielen haften, und diese Zellenausläufer setzen sich in die Papillen fort, wo sie sich unter den feinen Fibrillen, aus denen letztere zusammengesetzt sind, verlieren (Fig. 1 b). Bringt man ohne zu starke Verschiebung und Drehung des Objects die Zellen grösstentheils herunter, so sieht man die Oberfläche der Papille rauh, mit einer Unzahl feiner Fäserchen besetzt, in der Substanz der freien Papille einige Kerne (Fig. 1 c). Die Fibrillen der Papillen unterscheiden sich durchaus nicht von den Bindegewebsfibrillen, aus welchen übrigens der obere Theil der Zunge zwischen den Muskeln zusammengesetzt ist, und sind wohl ohne Weiteres für Bindegewebe zu halten. — Die Spindelzellen, welche man auf diese Weise an den Papillen anhängen sieht, scheinen mir fast ausschliesslich als tiefere Lagen der Epithelialschicht angesehen werden zu müssen; die Zellen der oberflächlichen Lagen, an denen sich zuweilen die Flimmern

wundervoll erhalten, schwimmen, wie bemerkt, meist umher, nur selten sieht man einige von ihnen noch mit ihren Stielen zwischen die tieferen Lagen eingreifen (Fig. 1 a). Die freien Enden der Spindelzellen sind allerdings zuweilen etwas abgestumpft, doch habe ich nie Wimpern darauf gefunden.

Es lag bei diesen Bildern wohl sehr nahe, daran zu denken, dass die Epithelialbekleidung hier in einem höchst innigen Zusammenhang mit dem fasrigen Gewebe der Papillen selbst stehe. Die Spindelform der Zellen wies einerseits auf die Bindegewebszellen hin, andrerseits macht die ganze Anordnung der Zellen den unzweifelhaften Eindruck des Hervorwachsens aus der Papille selbst. Es ist die Frage, in wieweit der in den Fibrillen der Papille sich verlaufende Zellenstiel mit den Fibrillen selbst identisch ist; beide feine Fasern schwinden nach Einwirkung von Essigsäure, erhalten sich jedoch in Chromsäure und haben somit wenigstens einige chemische Verwandtschaft. Dass die tieferen Epithelialzellen nachträglich mit ihren Stielen in die Papillen hineinwachsen sollten, ist höchst unwahrscheinlich, da die ganze Richtung des Regenerationswachsthums der Epithelialhäute von unten nach oben geht; es ist somit am natürlichsten, anzunehmen, dass die tieferen Epithelialzellen an den Stielen aus den Papillen hervorwachsen, und von hier aus regenerirt werden, wenn die oberen Lagen abgestossen sind. Hierbei ist jedoch wohl zu bedenken, dass dennoch die Zellenstiele nicht vollständig gleichartig mit den Papillenfäserchen zu halten sind, sondern dass sie sich dadurch wesentlich von einander unterscheiden, dass letztere als zerfaserte Intercellularsubstanz, als Parenchymfasern, erstere als Zellsubstanz, als Cytoblastemfasern zu betrachten sind, ein Unterschied, auf den bekanntlich Luschka besonders aufmerksam machte. Die Zellausläufer sind den Ausläufern der Bindegewebszellen analog, die Papillenfäserchen den Bindegewebsfibrillen. Beide Faserarten gelten vorläufig noch als gleichwerthige Bestandtheile des Bindegewebes und wir wollen sie hier zunächst nicht weiter trennen. —

Diese Entwickelung von Epithelialzellen von dem Binde-

gewebe aus, wie ich sie aus den mitgetheilten Beobachtungen zunächst für das vorliegende Object gesichert halte, steht mit den bisherigen Anschauungen in directem Widerspruch, indem man wohl allgemein annahm, dass die Epithelialzellen zu dem Bindegewebe, dem sie aufliegen, in keiner weiteren Beziehung stehen, als dass sie von den oberflächlichen Gefässen aus ihr Ernährungsmaterial beziehen; übrigens scheint man sich in neuerer Zeit stillschweigend darüber geeinigt zu haben, dass in den tieferen Lagen der Epithelialhäute der Zellennachwuchs durch Theilung unterhalten werde. — Sowohl in der normalen als pathologischen Entwickelungsgeschichte hat man die selbstständige Ausbreitung des sogenannten Epithelialblattes in neuerer Zeit besonders urgirt und hat demselben im Verhältniss zum Bindegewebe eben nur eine rein appositionelle Stellung gegeben. Remak hat dies mit bewundernswerther Consequenz durchgeführt. Es giebt wohl kaum ein schöner abgerundetes Feld in der Entwicklungsgeschichte als die Bildungsgeschichte der Drüsen; für diese glaube ich auch die Selbstständigkeit der Epithelialgebilde in gewisser Weise aufrecht halten zu müssen; es ist kaum denkbar, dass diese schöne Theorie von dem Hineinwachsen der Epitheliallage in Form solider Zellencylinder und von den daraus resultirenden Drüsenschläuchen und Drüsenbläschen Hirngespinnste sein sollten; ich selbst habe diese Beobachtungen so oft nachuntersucht und in allen Theilen stets so überzeugend gefunden, dass ich zugeben muss, dass hier die Epithelialzellenlage sicherlich eine grosse Selbstständigkeit besitzt. — Nur für die Bildung der Milchdrüsenbläschen ist Langer der herrschenden Ansicht entgegengetreten, indem er, so weit ich es aus Kölliker's Mittheilung (II. 2 p. 474) entnehmen kann, die Drüsenbläschen aus dem Bindegewebe entstehen lässt; doch ist eine so isolirte Entwicklungsweise einer Drüse höchst unwahrscheinlich; auch hält Kölliker für die Bildung der Milchdrüse denselben Typus aufrecht, wie für die übrigen Drüsen mit Ausführungsgang.

Der oben erwähnte Regenerationsprozess kann nicht wohl als ein isolirtes Phänomen an der Froschzunge angesehen

werden, sondern hat sicher viele Analogien: man kann zunächst daran denken, dass sich etwas Aehnliches bei allen Epithelialhäuten finden muss, die aus deutlich gestielten Zellen bestehen. Hierhin gehören auch die tieferen Epitheliallagen der menschlichen Zunge, die bei einer im Allgemeinen platten Form deutliche Stiele besitzen, was von vielen Beobachtern bereits gesehen ist. Es ist mir jedoch nie gelungen, hier ähnliche Bilder zu bekommen wie an der Froschzunge; es fehlt hier an der Methode: die Maceration in Chromsäurelösungen verschiedener Concentration hat mich zu nichts geführt, Trocknen und Wiederaufquellen, sowie Anwendung von Essigsäure bringen zu keinem Resultat. Die chemischen Verschiedenheiten des Bindegewebes der Papillen und der Epithelialfortsätze scheinen hier zu verschieden zu sein. Nach der Maceration bekommt man nur die rauhen Oberflächen der Papillen, nach Anwendung von Essigsäure oder schwachen Alkalien die glatten Papillenoberflächen mit den massenhaften elastischen Fasern und Bindegewebskörperchen. Letzteres begegnet uns übrigens bei Untersuchung der Froschzunge nach Anwendung von Essigsäure ganz ebenso. Lässt man eine Froschzunge einige Zeit in Essig quellen, pinselt dann das Epithel herunter, erhärtet das Präparat wieder in Chromsäure, um genügend feine Querschnitte machen zu können, so bekommt man ebenfalls Bilder wie von Papillen anderer Theile (Fig. 3), und es ist kaum zusammenzureimen, wie sich in einem Fall die Epithelialzellen so scharf von den Papillen ablösen, in dem andern so fest daran haften, dass man sie nur mit Mühe herunterbringt [1]); es kann dies wohl nur in ganz besonderen chemi-

1) In meinen früheren oben erwähnten Mittheilungen hatte ich der eigenthümlichen Art und Weise erwähnt, wie die nach oben aufsteigenden und sich vielfach verästelnden Muskelfasern sich oft ziemlich plötzlich, oft sehr allmählich zuspitzen und dann in sternförmigen Zellen mit grossem Kern und vielen mit einander anastomosirenden Ausläufern endigen (Fig. 3). Diese Muskelendigungen in Bindegewebskörpern hielt ich für neu, doch habe ich durch Herrn J. Müller erfahren, dass Herr Dr. Lachmann vor einiger Zeit bereits dasselbe an der Froschzunge beobachtete; auch hat mir Hr. R. Virchow eine

sehen Verhältnissen der beiden betreffenden Faserelemente liegen, die eben bei der Froschzunge so günstige Resultate ge-

---

Arbeit von Huxley (British and foreign Medico-Chirurgical Review Octobr. 1853 No. XXIV. p. 312) mitgetheilt, nach welcher dieser dieselben Theilungen der Muskelfasern und Endigung in Bindegewebskörperchen in der Oberlippe der Ratte beobachtet und abgebildet hat. — Später habe ich noch andere Objecte untersucht und zwar zunächst die menschliche Zunge. Die Methode des Aufquellens in Essig und nachträglichen Erhärtens in Chromsäure giebt auch hier die vortrefflichsten Bilder, wenngleich für die meisten Fälle die Anwendung des gereinigten Holzessigs genügt. Die nach oben aufsteigenden Muskelfasern verlieren sich dicht unter der Oberfläche in dem Gewirr von Bindegewebskörperchen ziemlich plötzlich; am leichtesten übersieht man die Verhältnisse noch an Kinderzungen: hier zerspalten sich die Muskelfasern ziemlich plötzlich in eine grössere Anzahl spitzer Enden und diese endigen in den Ausläufern der Bindegewebskörperchen. — In der Zunge des Wassersalamander sind dieselben Verhältnisse wie in der Froschzunge, doch sind die Theilungen der Muskelfasern sparsam und die Endigung der contractileu Substanz sehr plötzlich, so dass es ein stumpf zugespitztes Ende giebt, ähnlich wie beim Uebergang der Muskelfasern in ein Sehnenbündel. — Ich untersuchte ferner die Verbindung sehr feiner Muskeln mit Sehnen, wie die Augenmuskeln junger Kaninchen, und fand hier, dass die Muskelfasern sich zuweilen ebenfalls sehr fein zuspitzen und in äusserst feinen Fäden endigen, wie in der Froschzunge; gewiss kommt dies noch an vielen Muskeln mit feinen Primitivfasern vor und scheint mir von dem Grade der Zusammensetzung der einzelnen Muskel- und Sehnenfasern abzuhängen. Ich zweifle nicht, dass es sich mit der Zeit immer mehr herausstellen wird, dass die Kerne der Muskelfasern mit ihren punktförmigen Fortsätzen nach oben und unten vollständige Analoga der Zellen im Bindegewebe sind, so dass sich die meisten Muskelprimitivfasern als kleinste Muskelbündel herausstellen werden, wie es Leydig bereits ausgesprochen und vielfach durchgeführt hat. Die Complication der Sehnenbündel wird demzufolge stets derjenigen des dazu gehörigen Muskelbündels entsprechen; es tritt wirklich die Bindesubstanz an Stelle der contractilen Substanz, letztere muss demnach ebenso als Zellenausscheidung betrachtet werden, als erstere. Nur neue Untersuchung über Entwicklung der Muskelbündel kann diesen Punkt, sowie den immer noch unerklärten Modus der Muskelhypertrophie aufklären. Nach obigen Bemerkungen stehe ich nicht mehr an, die Fasern und Zellen, in denen die Muskeln endigen, als kleinste Sehnen anzusprechen. —

winnen lassen, wie man sie unter gleichen Umständen an anderen Objecten nicht erzielt.

Es lag ferner nahe, diejenigen Häute zu untersuchen, auf welchen gestielte Cylinderepithelien vorkommen. Ich habe, so weit ich die betreffenden Objecte nach verschiedenen Methoden untersuchte, nirgends weiter ein tieferes Eindringen der Zellenausläufer zwischen den Bindegewebsfibrillen der Papillen nachweisen können. Von Luschka erschien gleich nach meiner ersten Notiz über diesen Gegenstand eine hieher gehörige Beobachtung über den Zusammenhang der Bindesubstanzzellen-Ausläufer mit den Stielen der Epithelialzellen am Endocardium (Virchow's Archiv Bd. XI. Heft 6 p. 567). Luschka verweist dabei auf ähnliche, früher bereits veröffentlichte Beobachtungen, die mir leider nicht bekannt waren. Die langen Stiele an den Zellen der Nasenschleimhaut sind neuerdings oft besprochen. Auch die Zellen der Laryngeal- und Tracheal-Schleimhaut haben lange Fortsätze, zuweilen in diesen einen zweiten Kern, auch findet man die Fortsätze verästelt (Fig. 4). Sehr lang gestielt sind die Darmepithelien von *Anodonta* (Fig. 5); die Fortsätze dieser Zellen haben zuweilen exquisite Varicositäten, ohne dass dies auf nervöse Natur zu beziehen wäre. Höchst auffallend und langgestielt sind die Darmepithelien beim Frosch gebaut, ebenso auch beim Wassersalamander. Hier sieht man an dem spitzen Ende der Ausläufer nicht selten eine auch schon anderweitig bekannte Erscheinung, nämlich eine beinahe dreieckige Anschwellung, die zunächst auf der Darmhaut aufliegt (Fig. 6 aa). Kölliker bildet dasselbe an Epidermiszellen von *Ammocoetes* ab (Würzburger Verhandlungen Bd. VIII. Heft I. Taf. III. Fig. 31). Diese dreieckigen Enden an den Epithelialzellen des Froschdarms haben nach unten stets einen etwas verwischten Contour, so dass sie wie abgerissen erscheinen; gerade diese Art der Begrenzung könnte man für die vollkommene Isolirtheit der Epitheliallage in Anspruch nehmen; doch sehen, wie bemerkt, die unteren Enden der dreieckigen Anschwellungen stets unregelmässig abgerissen aus, so dass sie doch in einem innigeren Zusammen-

hange mit dem darunter liegenden Bindegewebe gedacht werden können.

Die Ergebnisse der neueren Untersuchungen über die Epithelialzellen im Canalis centralis des Rückenmarks, in den Ventrikeln, in Aquaeductus Sylvii (Gerlach) und an der Oberfläche des kleinen Gehirns (Bergmann) scheinen mir sehr dafür zu sprechen, dass die gestielten cylindrischen Epithelialzellen mit dem Bindegewebe in näherem Zusammenhang stehen und also eines solchen Zusammenhangs zu ihrer Existenz und Regeneration benöthigt scheinen, wenngleich für die genannten Objecte der directe Zusammenhang der Zellausläufer mit Bindegewebsfasern noch nicht vollständig nachgewiesen ist. Die stumpfen Cylinderzellen des Darms der meisten Säugethiere geben vorläufig noch keine weitere Aufklärung über die angeregten Fragen. –

Die menschliche Haut würde sich vielleicht am allerbesten zu diesen Untersuchungen eignen, wenn man nicht dabei an dem Mangel einer passenden Methode scheiterte. Die Zellen der untersten Schicht des Rete Malpighii haben eine so entschieden längliche, oft völlige Spindel-Form, und sitzen der Cutis so durchaus senkrecht auf, dass die Verhältnisse sich sehr analog denen an der Froschzunge gestalten. Kölliker hat diese verschiedene Anordnung der Zellen in der Epidermis so naturgetreu abgebildet (II. 1. Taf. I. Fig. 2, 3, 4, 5), dass es nur weniger neuer Zeichnungen bedarf. Am meisten kommt unserer Anschauung die Beschreibung des Nagelbettes nahe, wie sie von Virchow gegeben ist („Zur normalen und pathologischen Anatomie der Nägel" Würzburger Verhandl. V. p. 84); es heisst dort: „Macht man durch den vordern Theil (das Nagel-Corium) einen Querschnitt, so erkennt man zunächst unter dem Rete Malpighii einen hellen, homogenen, glänzenden Saum von geringer Dicke, der jedoch nicht als eine besondere Membran zu betrachten ist, vielmehr continuirlich in das Bindegewebe der tieferen Lagen übergeht. Dieser Saum tritt namentlich an der Oberfläche der Leisten, sowohl der mehr zugeschärften, kleineren, als der mehr abgerundeten, grösseren hervor. Der innere Theil der einzelnen Leisten

sieht trübgelblich aus in Folge einer feinen und dichten Streifung, welche namentlich nach Behandlung mit Reagentien durch die Anwesenheit sehr feiner, senkrecht gegen die Oberfläche ansteigender, etwas gekräuselter, im Ganzen jedoch mehr gestreckt verlaufender elastischer Fäden bedingt erscheint. Auf dem Querschnitt (des Nagelbettes) bilden diese gewöhnlich ein kegelförmiges, von unten nach oben sich verjüngendes Bündel, gleichsam einen Grundstock. Indess sieht man bei genauer Verfolgung der einzelnen Fäden, zumal an den breiteren, mehr abgerundeten Leisten, gegen die Oberfläche hin sich mehr und mehr solcher Fäden von dem Bündel ablösen und sich zuweilen garbenförmig gegen den homogenen Grenzsaum vertheilen. Wie weit sie hier gehen, ist schwer auszumachen. Nicht selten fand ich an der Oberfläche der Leisten selbst kleine dunkle, mit einem hellen Centrum versehene Punkte, von denen aus sich in leichten Windungen ein solcher Faden fortsetzt, gleichsam als wären jene Punkte die freien Mündungen oder Enden der Fäden. Andrerseits ist es ziemlich leicht, diese Fäden von der Basis der Leisten aus in die tieferen Lagen zu verfolgen: sie laufen in ziemlich senkrechter Richtung nach unten und verlieren sich hier in dem grossen Netz der noch zu beschreibenden sternförmigen Elemente."

„Ausser diesen Fäden zeigt die Anwendung von Reagentien in den oberflächlichen Schichten noch eine ziemlich grosse Menge von Kernen. Ein Theil derselben gehört den Gefässschlingen an, welche im Innern des Bündels eingeschlossen sind und, soweit ich sah, normal nicht darüber hinausgehen. Ein anderer Theil dagegen liegt mehr nach aussen und ragt zum Theil noch in die homogene Schicht hinein. Es sind dies ziemlich grosse granulirte, auf der Fläche rundlich-ovale, auf der Kante länglich-spindelförmige Kerne, die im Allgemeinen der Oberfläche parallel liegen, und daher in regelmässigen Zügen den Bergen und Thälern derselben folgen. Um sie erkannte man an feinen Durchschnitten helle, meist etwas zakkige Höfe, die darauf hinzudeuten schienen, dass wirkliche Zellenbildungen vorliegen. Nach innen reichen diese Gebilde bis zwischen die Endausstrahlungen der elastischen Fäden hin-

ein und zuweilen glaubte ich die letzteren bis in die Nähe der Kerne verfolgen zu können."

Diese Beschreibung Virchow's passt in Bezug auf das, was über den Bau der obersten Schichten der Cutis und ihr Verhältniss zum Rete Malpighii gesagt ist, fast auf alle Theile der Haut. Nur die Unterschiede der verschiedenen Faserarten scheinen mir nicht genügend hervorgehoben. Wir gehen durchaus davon aus, dass die Bindegewebsfibrillen, für welche wir die Hauptmasse der feinen Fäserchen der Papillen ansprechen, als Intercellularsubstanz zu betrachten sind, als Parenchymfasern; es ist hierbei für den vorliegenden Gegenstand gleichgültig, wie wir diese Intercellularsubstanz entstanden denken, wenngleich es wohl nach dem jetzigen Standpunkt zweifellos ist, dass sie als ein Secret der Zellen zu betrachten ist, oder, was auf dasselbe herauskommt, als modificirte Zellsubstanz. Mit diesen Parenchymfasern können wir die Zellenausläufer nicht in continuirlichem Zusammenhang denken. – Ausser diesen Fasern existiren freilich in viel geringerer Anzahl im Bindegewebe die Ausläuferfasern der Bindegewebszellen; diese sind, wie auch die Ausläufer der Hornhautkörperchen, äusserst feine, blasse und im Bindegewebe schwer zu verfolgende Fasern, die wie die Bindegewebszelle selbst mit ihrem Kern durch Essigsäure so blass wird, dass sie nur mit Hülfe von Färbung (z. B. Jod) in allen ihren Theilen deutlich wird. Diesen Cytoblostemfasern müssen die Ausläufer der tiefen Epithelialzellen entsprechen; sie müssen folglich zwischen die Parenchymfasern eingreifen. So ist das Verhältniss von Meissner angegeben, und ich halte dies jetzt für völlig richtig, wenngleich ich nach meiner frühern Notiz (l. c.) darüber noch keine sichere Anschauung hatte.

In welchem Verhältniss die elastischen Fasern nun zu den Zellen zu denken sind, das ist eine meiner Ansicht nach immer noch nicht völlig festgestellte Sache; es sind die Beobachtungen, nach welchen sie sich als modificirte Zellen oder Zellausläufer verhalten, bisher noch gleichwerthig denen, nach welchen sie als modificirte Ausscheidungs- oder Parenchym-

fasern aufgefasst werden, welche letztere Ansicht eine neue Stütze in der Autorität Leydig's gefunden hat.

Dem Gesagten zufolge ergiebt es sich leicht, was wir von den Untersuchungen der tieferen Epithelialschichten der Cutis zu erwarten haben. Von allen von mir untersuchten Objecten der Art erschienen mir junge Narbenränder in der Nähe von Wunden oder Ulcerationen, sowie Narben mit äusserst feiner Epidermis besonders geeignet; am zweckmässigsten ist es, solche Hautstücken entweder einfach an der Luft zu trocknen, dann Durchschnitte zu machen und sie mit äusserst verdünnter Essigsäure wieder aufquellen zu machen, oder die Stücke in doppelt kohlensaurem Kali völlig auszutrocknen, dann die Schnitte mit Wasser einfach anzufeuchten, eine Methode, die mir besonders von Herrn J. Müller empfohlen wurde. – Die so zubereiteten Präparate zeigen in günstigen Fällen Bilder wie in Fig. 9: man sieht die tiefsten Zellen des Rete Malpighii mit ein oder mehreren Fortsätzen, soweit sie von dem Bindegewebe losgerissen sind; die Papillen selbst mit blassen frei endenden Fäserchen besetzt; die Zellen des Rete sind nicht streng von einander isolirt, sondern die Kerne scheinen in einer frei granulären Masse eingeschaltet, wie man das gewöhnlich nach Zusatz von Reagentien wahrnimmt; diese jungen Zellen haben hier gewiss noch keine von dem Zellinhalt modificirte Aussenschicht, keine Zellmembran.

Am Bindegewebe, wo die Intercellularsubstanz zum Theil noch homogen ist, stellt sich das Verhältniss natürlich noch etwas anders dar; so habe ich in Fig. 10 die Zeichnung eines Präparats hingesetzt, welches einem Cystosarkom der Brustdrüse mit theilweisem Schleimgewebe entnommen ist. Das geschichtete Cylinderepithel der Cysten sitzt hier dem Schleimgewebe unmittelbar auf, die Fasern des letztern bilden eine strenge Begrenzung, doch hängen die unteren Epithelialschichten mit der interfibrillären gallertigen, in dem getrockneten Präparat feinkörnigen Substanz, in der die Kerne liegen, umgeben mit Zellsubstanz, oder Zellatmosphäre, wie es H. von Meckel so treffend nennt, – innig zusammen. Ich komme auf dies Präparat wieder zurück. –

Nach welchem Modus der Zellvermehrung der Nachwuchs in den tieferen Epithelialschichten erfolgt, ist mir nicht gelungen zu eruiren. Ich habe geglaubt, dass man durch Experimente an der Froschzunge leicht darüber in's Klare kommen müsste; ich ätzte Froschzungen mit Argent. nitric., um so eine Abstossung und Regeneration zu erzielen, doch machte dieser Reiz bald zu tiefe, bald zu oberflächliche Eingriffe; es gehören eine Menge von Vorexperimenten dazu, um zu ermitteln, wie rasch hier die Zellbildungsprozesse vor sich gehen, so dass meine Geduld bei beschränkter Zeit an diesen Versuchen scheiterte, die ich dennoch dringend zur weitern Feststellung und schliesslich als Hauptstütze meiner neu aufgestellten Ansicht denjenigen empfehle, welche diesen Gegenstand weiter bearbeiten wollen.

Ich wiederhole hier, dass nach den obigen Beobachtungen es höchst wahrscheinlich ist, dass die Epithelialzellen vom Bindegewebe her nachgebildet werden, und dass sich die tiefen Lagen derselben zu den Parenchymfasern des Bindegewebes ebenso verhalten, wie die Bindegewebszellen selbst.

Dass bei dieser Auffassung es sich viel leichter als früher erklärt, wie aus den Bindegewebszellen, unabhängig von den epithelialen Flächen, Epithelien - gleiche Zellen entstehen können (ich erinnere hier nur an den von Virchow gelieferten Nachweis über die Entwickelung der Cholesteatome, Cancroide etc.), liegt auf der Hand; auch begreift sich dabei leicht, dass bei allen die Epithelialflächen zunächst oder vorzüglich betreffenden Krankheiten der Schleimhäute und der Cutis (chronische Catarrhe, chronische Eczeme etc.) die Bindegewebshäute selbst in Mitleidenschaft gezogen werden müssen, oder vielleicht immer als Hauptsitz der Affection zu denken sind.

Bei den mannichfachen Methoden, nach denen ich viele Schleimhäute auf den Bau ihrer Epithelialschichten untersuchte, und bei dem intensiven Interesse, welches ich eine Zeit lang für diesen Gegenstand hegte, stiessen mir beiläufig manche Eigenthümlichkeiten der cylindrischen Epithelialzellen selbst

auf, deren feinere Structurverhältnisse in neuester Zeit oft die Aufmerksamkeit der Forscher auf sich gezogen haben; es liegt in dem Bau der Cylinderzellen, namentlich derer mit deutlicher Cuticula und Flimmern, viel Eigenthümliches, was gewiss mit der Resorption und Secretion vom Eiweiss und Fett zusammenhängt. Ich gebe hier die einzelnen mir auffallenden Erscheinungen an, ohne dass ich ihnen vorläufig eine zusammenhängende Deutung zu geben wüsste.

Quellungserscheinungen an den Kernen (Fig. 11). In sehr dünnen, eben gelb gefärbten Chromsäurelösungen nehmen die Kerne der Epithelialzellen zuweilen höchst eigenthümliche Formen an, deren Bedeutung ich nicht zu erklären weiss, die aber wohl zweifelsohne durch Quellung hervorgebracht werden; es bildet sich nämlich an einer Längsachse des ovalen Kerns ein heller, das Licht leicht röthlich brechender Kreis (Fig 11), der meist der freien Fläche zu liegt; es ist eine ähnliche Erscheinung wie die austretenden sogen. Eiweisstropfen an den Zellen, auch kann es zuweilen den Eindruck machen, als habe der Kern hier eine Abplattung oder ein Loch. Man sieht dies zuweilen, wenngleich seltener, unter gleichen Umständen an anderen Cylinderzellen, z. B. der menschlichen Trachea, auch der Nasenschleimhaut, auch an den Zellen aus dem Tract. intestin. des Frosches (Fig. 6. b).

Lagenverhältniss des Kerns in der Zelle. Bei starker Quellung der Zellen in dünnen Chromsäurelösungen findet man den Kern der Zelle in der Regel sehr nach dem untern Theil hin verdrängt (Fig. 7. a, a, a), so dass er mehr weniger in dem Fortsatz zu liegen und die Zelle selbst, sackartig aufgebläht, davon getrennt zu sein scheint (Fig. 7. b, b). Der Kern haftet jedenfalls an einer Stelle sehr fest in der Zelle oder an ihrer Membran. Zuweilen liegen zwei Kerne in einer Zelle hinter einander, zwischen beiden ist immer eine Verschmälerung des Zellfortsatzes (Fig. 4. a, 5. a); in gleicher Weise ist der Zusammenhang mit den tiefer im Bindegewebe liegenden Zellen zu denken und durch diese Verschmälerung des Zellfortsatzes zu verstehen, warum in den meisten Fällen diese Fortsätze so leicht abreissen.

Die Fortsätze sind theils sehr kurz, theils sehr lang, theils breit, theils schmal, zuweilen verästelt, zuweilen varicos, an ihrem untern Ende manchmal deutlich dreieckig (Fig. 6). Wenngleich die Zellkörper überall deutliche Membranen haben, so kann man nach einigen Beobachtungen in Zweifel stellen, ob die Fortsätze sich deshalb stets als geschlossene Röhren verhalten müssen. An den Zellen Fig. 7. b, b sieht man die Membran durch deutliche doppelte Contouren an dem Zellkörper, doch zeigt der Fortsatz nichts davon, ebenso wenig an den Zellen in Fig. 8; vielleicht ist hier die Membran nach unten hin nicht geschlossen. – Es ist eine bekannte Sache, dass man bei sehr ausgehungerten Fröschen in den Darmepithelien stets eine sehr grosse Menge von Fettkörnchen findet. Auch hier begegnet es nicht selten, wie es Virchow (Archiv XI. 6 p. 574) bei den Gallenblasenepithelien beschreibt, dass man die Fettkörnchen in der Zelle reihenweise hinter einander liegen sieht; ich wage es nicht zu entscheiden, ob dies in einer etwa fibrillären Anordnung des Innern der Zelle liegt, oder ob es nur durch zufällige Faltungen der Membran bedingt sein mag. Vorwiegend findet man das Fett in den Fortsätzen (Fig. 6); hier verhalten sich demnach letztere sehr wahrscheinlich als feine Röhren, die jedoch nach unten offen sein können; ich habe schon oben wiederholt bemerkt, dass die dreieckige Basis hier ein wie abgerissenes Ansehn bietet; wenn die Zellen hier unten offen sind, so könnten die resorbirten und durch die Zellen transportirten Substanzen von hier zwischen die Bindegewebsfasern der Darmschleimhaut gelangen, wo die Anfänge der Chylusgefässe sich dann zunächst als interfibrilläre oder interstitielle Räume verhalten würden, aus denen sich im weitern oder kürzern Verlauf wirkliche Chylusgefässe hervorbilden. Die Bindegewebskörper sind als äusserst platte Körper zunächst an den Wandungen der interstitiellen Räume liegend zu denken, später setzen sie selbst bei hinzukommender, ihnen nun speciell als Gefässzellen angehörender Intercellularsubstanz (structurlos oder faserig) die geschlossenen Gefässcanäle zusammen.

Die oberen freien Enden der Cylinder- und

Flimmerzellen geben bei den Chromsäurepräparaten der Zungenepithelien vom Frosch, Salamander, Natter, Schildkröte etc. sehr häufig das Ansehn, als sähe man in die Zelle hinein, als habe die Zelle hier ein Loch; auch bei anderen Epithelien, z. B. an der Luftröhre vom Menschen, auch bei den Darmepithelien von *Anodonta* hat man manchmal den Eindruck, als sei die Zelle oben offen (Fig. 4, 5, 7, 8). An den Flimmerzellen sieht man sehr häufig in der Cuticula eine feine Strichelung, die zweifelhaften Porencanäle oder Prismen; doch glaube ich mich hier mit Bestimmtheit überzeugt zu haben, dass diese Strichelung durch nichts Anderes als durch die bei manchen Lagen der Zelle von unten durchscheinenden Flimmern verursacht wird, da sie bei Lagenveränderung der Zelle verschwindet und auch an den der Flimmern beraubten Zellen mit Cuticula nicht wahrgenommen werden konnte. In manchen Fällen sieht man ganz deutlich, wie die Zellmembran höher hinaufreicht als die Basis der Wimpern, letztere scheinen dann wie in einer Trichtermündung zu stecken (Fig. 7. b, b). Es ist höchst merkwürdig, dass es auch an diesen grossen Zellen nicht völlig klar zu sehen ist, wie eigentlich die Verhältnisse sind, die Bilder gestalten sich so mannichfach, dass ich keine Entscheidung wage. Wenn die Zellmembran oben auch geschlossen ist, wie es aus vielen Analogien wahrscheinlich ist, so muss der obere flache Theil dieser Membran hier eingeschaltet sein, wie ein Tonnendeckel in die Tonne, da man den obern Rand fast immer zweifellos etwas überstehend sieht. Nach den Beobachtungen an einigen Fischeiern existirt unter der secundären, aus isolirbaren Prismen bestehenden Membran immer noch die eigentliche Zellmembran. Da man nun auch unter der Basis der Flimmern, sowie unter den fraglichen Prismen der Darmepithelien immer noch eine helle, vom Zellinhalt trennende Linie sieht, so ist diese wohl als oberer Theil der Zellmembran anzusehen, die Flimmern aber als secundäre Ausscheidung dieses Theils der Zellmembran; von diesem Gesichtspunkt aus ist es allerdings sehr wahrscheinlich, dass die feinen Strichelungen in der Cuticula der Darm-

epithelien als Prismen und somit als Analoga der Wimpern anzusehen sind.

Contractionserscheinungen an den Epithelialzellen. Wenn man ein feines Stück von der Mundschleimhaut einer eben getödteten Natter ausschneidet und dies sofort ohne Zusatz beobachtet, so wird man finden, dass die oberen Enden der flimmertragenden Epithelialzellen alle zugespitzt und dadurch von einander an ihren Rändern leicht isolirt erscheinen; erst allmählig gleicht sich dies theilweise aus, so dass der Rand gleichmässig glatt wird. Sieht man diese Zellen isolirt einige Zeit nachher in oder nach Maceration in Chromsäure, so wird man finden, dass die Zellen oben alle platt sind und sich nicht von anderen cylindrischen Wimperzellen unterscheiden. Aehnliches nimmt man zuweilen beim Frosch wahr. Zu den auffallendsten Bildern kommt es jedoch bei den Mundepithelien der Wassersalamander. Hier contrahirt sich nämlich der obere Rand der Zelle oft so bedeutend, dass letztere völlig das Ansehn einer Urne bekommt. Die Flimmern werden dabei zuweilen zum Theil in die Zelle hineinretrahirt und die Randwimpern scheinen in die Zelle hineinzuwimpern. Sind diese Zellen gestielt und etwas stärker hervorragend, so machen sie täuschend den Eindruck von Vorticellen. Leydig hat dieselbe Beobachtung an den Wimperzellen im Gehirn desselben Thieres gemacht, und hebt ebenfalls die Aehnlichkeit mit Vorticellen hervor. Selten erhalten sich die Formen ungefähr in Chromsäure (Fig. 8. a). Nach dieser Beobachtung glaubte ich gar nicht zweifeln zu dürfen, dass diese Zellen oben offen seien; doch es ist mir bei vielen Versuchen nicht gelungen, etwas in die Zellen hineinwimpern zu lassen, auch ist aus den oben bereits erwähnten Gründen die Annahme von grossen Oeffnungen in diesen Zellen bis jetzt höchst unwahrscheinlich.

Bedeutung des Epithelialwechsels unter pathologischen Bedingungen. Vor einiger Zeit untersuchte ich ein grosses Cystosarcom der weiblichen Brustdrüse, in welchem sich eine grosse Menge sehr kleiner theils mikroskopischer Cysten vorfanden. Alle diese kleinen und grossen

Hohlräume waren mit einer sehr zähschleimigen dicken, äusserst eiweissreichen Substanz angefüllt. Es fiel mir bei der Untersuchung auf, dass alle Cysten mit einem sehr schön ausgebildeten Cylinderepithel ausgekleidet waren, welches zum Theil auch Flimmern zu tragen schien (ich konnte das Präparat leider nicht ganz frisch untersuchen). Die Cylinderzellen hatten alle eine sehr deutlich ausgesprochene Cuticula, in der ich jedoch keine Streifen zu erkennen vermochte. Die Formen waren theils stumpf (Fig. 10), theils gestielt mit mehr weniger langen Fortsätzen. Bei der weitern Untersuchung war es auffallend, dass auch in den kleinsten mikroskopischen Cysten, die sich aus den Drüsenbläschen hervorbildeten, dies Cylinderepithel bereits ausgebildet war, sowie überhaupt schon ein schleimhaltiger Secretionsraum existirte. Da nun die Acini der Brustdrüse bekanntlich mit kleinen rundlichen Zellen ausgekleidet sind, so war dieser Wechsel ebenso auffallend, wie das Vorkommen von Flimmerepithel auf Ohrpolypen (Baum, Meissner), in Ovarialcysten (Luschka, Virchow), in Lebercysten (Friedreich). – Alle Cysten, in denen bisher diese Art des Epithels vorgefunden ist, besassen einen zähschleimigen, sehr eiweissreichen Inhalt, und es liegt somit sehr nahe, daran zu denken, dass die Cylinder- und Flimmerepithelien mit der Secretion sehr concentrirter Eiweisslösungen in innigstem Zusammenhange stehen, in ähnlicher Weise, wie man die Besonderheiten ihrer feinern Structur für die Resorption von Fett in Anspruch genommen hat. –

Kehren wir jetzt wieder zur Froschzunge zurück, so erübrigt es mir noch, eine genauere Beschreibung von den eigenthümlichen Zellen zu geben, welche den Nervenpapillen aufsitzen. In diesen Papillen steigt ein Nervenstamm, aus breiten doppelt contourirten Nervenfasern bestehend, bis dicht an die Oberfläche empor, und hier endigen plötzlich die Nervenprimitivfasern stumpfspitz. Zu beiden Seiten steigen Capillargefässe und Muskeln in der Papille in die Höhe; erstere bilden oben einen Kranz um die Papillen, letztere verlieren sich in

einer Masse von Kernen auf nicht deutliche wahrnehmbare Weise. Die Flimmerzellen bedecken die Papille bis zu ihrer Höhe, so dass bei Untersuchung des frischen Präparats der freie Rand flimmert; dies veranlasste mich gegen Leydig zu behaupten, dass alle Zellen auf diesen Papillen mit Flimmern besetzt seien. Ich muss es jedoch jetzt zurücknehmen: die auf der breiten Oberfläche dieser Papillen aufsitzenden Zellen haben keine Wimpern, sondern einen ganz besonderen Bau. Nach Behandlung mit Chromsäure wird man finden, dass, wenn alle oberflächlichen Lagen der Epithelialzellen abgelöst sind, auf diesen Papillen eine Zellenkrone sitzen bleibt, die nur mit grosser Mühe loszumachen und mit noch grösserer in ihren Elementen zu analysiren ist. Was ich darüber herausgebracht habe, ist Folgendes: Diese Zellen haben eine im Allgemeinen längliche Gestalt und einen den Zellkörper fast allein ausfüllenden Kern (Fig. 12). Nach der freien Fläche zu zeigen sich verschiedene Formen: zum Theil sieht man verästelte, an ihren Enden leicht geknöpfte Fäden, theils stäbchenartige Körper, theils trichterförmige membranöse Aufsätze. Ich weiss diese verschiedenen Formen nicht weiter zu deuten und muss auf die Zeichnungen verweisen; wahrscheinlich sind es durch das Reagens bedingte Derivate einer Grundform, doch kann ich diese nicht bestimmen, zumal da man ohne Anwendung der Chromsäure nichts von den beschriebenen Formen deutlich erkennt.

Nach der Papille zu haben die Zellen einen Fortsatz, der in ein verästeltes, zasriges, wurzelähnliches Gewebe ausgeht, durch welches die Zellen unter einander in Verbindung stehen und enorm fest an einander gehalten werden; dies Wurzelgewebe adhärirt wieder ebenso innig mit der Papillaroberfläche. Ob die Nervenenden mit diesen Zellen zusammenhängen, dafür habe ich keinen directen Nachweis liefern können, doch ist es wahrscheinlich, wenn sich die Beobachtungen über die Endigungen des Geruchsnerven weiter bestätigen sollten.

Die Frage, ob die betreffenden Nerven und respective die beschriebenen Zellen als Geschmacksnerven und Geschmacks

zellen zu betrachten sind, habe ich schon früher besprochen. Wenn dies der Fall wäre, so würde dies der einzige Fall sein, wo ein höherer Sinnesnerv bis in seine letzten Enden seine doppelt contourirten Nervenfasern behält, eine Eigenthümlichkeit, die bisher nur bei den Tastorganen bekannt. Ich bekenne, dass ich durch meine Beobachtungen, betreffend das reichliche Vorkommen von Nerven-Endplexus im Tractus intestinalis, über die Endigungen der Sinnesnerven so zweifelhaft geworden bin, dass ich glaube, dass sich hier vielleicht noch Manches in unvermutheter Weise umgestalten wird. Ich wage daher um so weniger, mich jetzt über die Bedeutung der beschriebenen eigenthümlichen Zellen zu entscheiden. —

Berlin im August 1857.

Erklärung der Abbildungen.

Vergrösserung 350—400.

Fig. 1. Papillen der Froschzunge nach Maceration in Chromsäure.

Fig. 2. Epithelialzellen der Froschzunge.

Fig. 3. Papillen der Froschzunge nach Behandlung mit Essig und Chromsäure. Endigung der Muskelfasern in verästelten Zellen.

Fig. 4. Epithelialzellen der menschlichen Luftröhre.

Fig. 5. Epithelialzellen des Darms von *Anodonta*.

Fig. 6. Epithelialzellen des Froschdarms.

Fig. 7. Epithelialzellen der Froschzunge.

Fig. 8. Epithelialzellen von der Mundschleimhaut des Wassersalamander.

Fig. 9. Tiefste Zellenlage des Rete Malpighii auf einer jungen Narbe der Cutis vom Menschen.

Fig. 10. Epithel aus einer Cyste einer Brustdrüsengeschwulst.

Fig. 11. Papille der Froschzunge mit eigenthümlicher Veränderung der Kerne in den Epithelialzellen.

Fig. 12. Zellen von dem obern Theil der Nervenpapillen der Froschzunge.

Ueber die Theilung der Blutzellen beim Embryo.

Von

Robert Remak.

(Hiezu Taf. VIII.)

Am Schlusse meiner Untersuchungen über die Entwickelung der Wirbelthiere (Berl. 1855. pag. 164-179) habe ich eine Geschichte der Zellentheorie gegeben und in derselben mitgetheilt, wie ich durch Zweifel gegen die von Schwann vertheidigte Generatio aequivoca der Zellen dahin gelangt bin, schon im Jahre 1841 zunächst an den embryonischen Blutzellen bei Vögeln und Säugethieren Vermehrung durch Theilung zu ermitteln. Diese Beobachtungen wurden zwar von Kölliker (1845) und Gerlach (1847) bestätigt; doch standen sie viele Jahre lang als vereinzelte Beispiele von Zellentheilung da, bis es mir im Jahre 1852 gelang zu erkennen (vergl. meinen Aufsatz über extracellulare Entstehung thierischer Zellen und über Vermehrung derselben durch Theilung, in Müll. Archiv 1852. p. 47), dass die aus der Furchung hervorgehenden Zellen sich sämmtlich bei ihrem Uebergange in Gewebe durch Theilung vermehren und dass die von mir früher beobachtete Theilung der Blutzellen (und der Muskelfaserzellen) nur vereinzelte Glieder in der Reihe dieser zusammenhängenden Erscheinungen waren. Die Auffindung der Eizellenmembran an dem sich furchenden Froscheie (Müller's Archiv 1854) und der Nachweis, dass die Furchung in einer fortschreitenden Theilung der Eizelle besteht, bildeten den Schlussstein jener Bemühungen, aus welchen eine vollständige Reform der Zellentheorie hervorging, die sich sogar durch meine Untersuchungen über die Entwickelung der krebshaften Geschwülste (Deutsche Klinik 1854) auf die pa-

thologischen Gewebe erstreckte. Das im Januar 1855 ausgegebene Schlussheft meiner embryologischen Untersuchungen, auf welches ich in dieser Hinsicht verweise, darf bis zur Stunde als der Ausdruck des Standes dieser Fragen angesehen werden.

Während mehrere ausgezeichnete und thätige Histologen, namentlich Leydig, Max Schultze und Virchow sich für die von mir über Zellenbildung erlangten Ergebnisse und Ansichten aussprechen, scheinen andere Beobachter, wie Reichert und Henle, sich gegen die neuen Lehren skeptisch zu verhalten. Reichert hatte schon vor Jahren sich in absprechender Weise über die Theilung der Blutzellen geäussert, und neuerdings glaubt Henle, gestützt auf einige Angaben von Billroth, sich diesen Zweifeln anschliessen zu müssen [1]).

Da die Theilung der Blutzellen ein wichtiges Glied in der Reihe der Beobachtungen bildet, auf welchen die Theorie der Vermehrung der Zellen durch fortschreitende Theilung beruht, so habe ich in den Monaten Mai und Juni 1856 neue Untersuchungen an Hühner-Embryonen unternommen, um die gegen die Theilung der Blutzellen aufgestellten Bedenken zu prüfen. Es hat sich hierbei nicht blos, wie sich voraussehen liess, die seit so vielen Jahren und so häufig gemachte Beobachtung bestätigt, sondern ich habe mich auch von Neuem überzeugt, dass bei einem geübten Beobachter ein sehr grosser Mangel an Vorsicht oder Umsicht oder sehr grosses Missgeschick dazu gehört, wenn es ihm nicht glücken soll, die Theilung der Blutzellen zu beobachten.

Man braucht nur ein Ei zwischen dem dritten und sechsten Brüttage an einer Seite zu öffnen und so lange auf die unverletzte Seite zu legen, bis sich der Embryo über der Dotterflüssigkeit erhoben hat, alsdann ein Blutgefäss anzuschneiden und den ausfliessenden Tropfen auf einer trockenen Glasplatte aufzufangen, so wird man, mag ein Deck-

1) Neuerdings zieht es Reichert vor, meine Untersuchungen, sogar im Jahresberichte, mit Stillschweigen zu übergehen, und dafür philosophische Betrachtungen über Zellenbildung anzustellen.

gläschen aufgelegt werden oder nicht, in der Regel sofort eine Anzahl eingeschnürter, d. h. in der Theilung begriffener Zellen neben runden oder ovalen Zellen finden, und zwar alle diese verschiedenen Formen so regelmässig und zierlich, dass der Verdacht einer künstlichen Entstehung jener Einschnürungen kaum erwachen dürfte.

Man muss jedoch, um dieses Bild zu erlangen, sich davor hüten, dass das Ei nicht allzusehr erkalte: denn zahlreiche vergleichende Beobachtungen haben mir keinen Zweifel darüber gelassen, dass während des Erkaltens des Embryo die in der Theilung begriffenen Zellen ihre Theilung vollenden können, und dass man deshalb alsdann in einem Blutstropfen nur wenige eingeschnürte Zellen, dagegen viele kleine Zellen findet, die eben aus der Theilung hervorgegangen. Ja man kann sogar zuweilen, während der warme Blutstropfen auf dem Glase erkaltet, unter dem Mikroskop die Abschnürung oder Theilung vor sich gehen sehen. Um diesen Vorgang nach Kräften zu verspäten, thut man daher wohl, bei sehr warmem Wetter die Untersuchung anzustellen, das Ei auf warmem Wasser und unter einer Glasglocke liegen zu lassen, sowie endlich die Glasplatte, mit der man den Tropfen auffängt, auch das Deckgläschen, dessen man sich etwa bedient, vor dem Gebrauch in warmem Wasser oder durch starkes Reiben zu erwärmen.

Hat man sich die Fertigkeit erworben, die eingeschnürten Blutzellen in unversehrtem Zustande darzustellen, dann kann man dazu schreiten, die innere Beschaffenheit dieser Zellen zu prüfen. Ist der die Zellen erfüllende Farbestoff weniger dicht und die Beleuchtung günstig, so wird in jeder Hälfte einer eingeschnürten Blutzelle der Kern als eine runde wasserhelle Blase bald in der Nähe der Einschnürung, bald auch ganz entfernt davon erscheinen, und es wird sogar gelingen, innerhalb des Kerns ein oder auch zwei Kernkörperchen zu unterscheiden. Sobald aber der farbige Inhalt sehr dicht ist und die Kerne verdeckt, muss man zu Verdünnungsmitteln schreiten. Eine schwache erwärmte Zuckerlösung 0,5 pCt. oder eine schwache Lösung von doppeltchrom-

saurem Kali 0,6 pCt. werden das Gewünschte leisten, nämlich die Kerne in den beiden Zellenhälften sichtbar machen, und wenn man die Diffusion noch weiter treibt, d. h. mittelst eines an den Rand des Deckgläschens gelegten Streifens von Filtrirpapier die hinzugesetzte Flüssigkeit durch den Blutstropfen langsam hindurchzieht, so wird man allmählig dahin gelangen, die in der Einschnürung begriffene Zellenmembran in ihrem ganzen Umfange soweit wieder aufzublähen, dass die Doppelzelle nunmehr als eine einfache, ovale oder runde, Zelle mit zwei Kernen erscheint. Es kann aber auch geschehen, — wenn der Blutstropfen schon erkaltet oder die Flüssigkeit nicht erwärmt oder die Theilung zu weit vorgeschritten ist, — dass durch den erregten Strom die Doppelzelle an ihrer Theilungsstelle zerbricht, und man könnte dann glauben, dass man es mit zwei an einander klebenden Zellen zu thun gehabt habe, wenn nicht die Vergleichung mit den anderen doppelkernigen, sich aufblähenden Doppelzellen diese Deutung vollständig beseitigen würde.

Unter den Doppelzellen, welche im frischen Zustande zur Beobachtung kommen, giebt es zwei Arten. Bei den einen ist bloss eine seichte Einschnürung sichtbar, welche der Zelle die Gestalt eines Semmelpaares giebt, ohne dass der gefärbte Inhalt an der Stelle der Einschnürung eine Unterbrechung erleidet. Bei anderen zeigt sich an der Einschnürungsstelle eine quere, feine, dunkele Linie oder gar ein heller Streifen; das will sagen: der Farbestoff ist hier unterbrochen und durch eine helle Substanz getrennt, welche sich in den Umfang der beiden Zellenhälften, d. h. in die Zellenmembran fortsetzt. Vergleicht man diese Beobachtung mit den von mir über die Zellenbildung im Froscheie erlangten Ergebnissen (worüber ich meine embryologischen Untersuchungen nachzulesen bitte), so wird es sehr wahrscheinlich, dass die Theilung auch hier vor sich geht durch das Hineinwachsen von Fortsetzungen der Zellenmembran, welche als doppelte Scheidewände den gefärbten Inhalt (Protoplasma) in zwei Abtheilungen scheiden. Damit soll nicht behauptet werden, dass das Protoplasma bei der Theilung eine durchaus pas-

sive Rolle spiele. Denn es kommt sogar vor (Fig. 4. x), dass die Zellenmembran bei der Diffusion sich auf einer Seite abhebt, ohne dass das Protoplasma seine Einschnürung aufgiebt, und man erhält dann das Bild der trügerischen endogenen Zellenbildung, über welche ich an den Zellen des Froscheies die nöthigen Aufklärungen gegeben habe. (Unters. über die Entw. d. Wirbelthiere p. 134.)

Zu dieser Ansicht, dass nämlich die Theilung vor sich gehe mittelst Einschnürung des Protoplasma und Scheidewandbildung Seitens der Zellenmembran, gelangt man auch, wenn man zur Entfärbung oder Erhärtung der Blutzellen sich anderer Agentien, z. B. Essigsäure 0,02 pCt., Sublimatlösung 0,03 pCt., Chromsäure 0,03 pCt. bedient. Während schwache Essigsäure die Zellenmembranen aufbläht und die Kernkörperchen rasch sichtbar macht, dient Sublimat und Chromsäure dazu, die Zellenmembran zu erhärten und den Abschnürungsvorgang deutlich zu machen.

Um die am Kerne und Kernkörperchen sichtbaren Theilungsvorgänge zu prüfen, eignen sich die Blutzellen des dritten und vierten Brüttages weit besser, als die der späteren Brützeit, weil alsdann sich eine grosse Zahl von Blutzellen zur Theilung vorbereiten, auch der Farbstoff in den Zellen noch nicht so dicht ist und die Kerne weniger verdeckt. Um jene Zeit gelingt es sogar, selbst ohne Zusatz von ausspülenden Flüssigkeiten, in der Theilung begriffene Kerne oder Kernkörperchen innerhalb der Zellen zu sehen. Doch wird man die oben genannten chemischen Agentien zu diesem Zweck kaum entbehren können. Alsdann wird man aber auch die verschiedensten Uebergangsstufen der Theilung des Kerns sowohl wie der Kernkörperchen zur Anschauung bekommen. Ich verweise in dieser Hinsicht auf die Abbildungen, welche zum Theil sogar nach eingekitteten Präparaten gemacht sind. Denn man kann, wenn man chemische Agentien angewendet hat, den Tropfen unter einem Deckgläschen, das man mit einem Lack umzieht (am besten mit dem von Dr. Oschatz bereiteten) ziemlich lange Zeit auf-

bewahren und die Theilungsvorgänge Anderen zur Anschauung bringen, wie ich selbst gethan habe[1]).

Es kann kaum einem Zweifel unterliegen, dass die Theilung der Blutzellen mit der Theilung des Kernkörperchens beginnt. Zu Anfang oder um die Mitte des dritten Tages sieht man zuweilen nur wenige Zellen mit doppelten Kernen, dagegen in fast allen Kernen Kernkörperchen, die in der Einschnürung begriffen, oder doppelt oder drei- auch vierfach vorhanden sind (Fig. 2 u. 4). Zwölf Stunden später dagegen sind viele Zellen mit doppelten Kernen und einfachen oder doppelten Kernkörperchen sichtbar. Die Theilungsvorgänge der Kernkörperchen ereignen sich demnach gleichzeitig in vielen Zellen und ebenso die nachfolgenden Theilungen der Kerne. Alle diese Acte sind nur die Vorbereitungen für die lebhafte Vermehrung der Zellen durch Theilung, welche am vierten und fünften Tage stattfindet, wenn die Blutgefässe sich mit Blut füllen, um dem Bedarf der Allantois zu genügen.

Die Regel ist, dass das Kernkörperchen sich in zwei Theile abschnürt, und ebenso der Kern in zwei Kerne. Wie es aber zuweilen vier Kernkörperchen giebt, so finden sich auch zuweilen vier Kerne in einer Zelle. Und zwar habe ich sie sowohl am dritten, wie am achten Brüttage gefunden. Bei den Säugethieren ist, wie ich schon in meinen ersten Mittheilungen vom Jahre 1841 (Med. Vereins-Zeitung 1841 No. 27 und Canstatt's Jahresbericht) gesagt habe, das Vorkommen von vier Kernen in einer Zelle sehr häufig. Bei dem Hühnchen habe ich diese Erscheinung erst nunmehr ermittelt.

In der Regel sind die aus der Theilung des Kernkörper-

1) Die Theilung der Blutzellen aus frischen Hühner-Embryonen vorzuzeigen, war in meinen histologischen Vorträgen, welche seit einem Jahre durch meine therapeutische Thätigkeit unterbrochen worden, während des Sommers immer Gegenstand der Demonstration. Auch Herr Prof. Gerlach aus Erlangen sagte mir vor kurzem, dass er die Theilung der Blutzellen aus frischen Embryonen seinen Zuhörern zu demonstriren pflegt.

chens, des Kernes und der Zelle hervorgehenden Theile unter einander gleich. Zuweilen findet man jedoch Zellen, welche in zwei ungleiche Theile zerfallen. Diese Erscheinung ist sehr auffallend an dem Blute eines in Chromkali aufbewahrten Embryo von *Coluber natrix*, aus welchem ich (Fig. 15) eine Anzahl von Zellen abgebildet habe. Allein sie findet sich auch gar nicht selten beim Hühnchen an den verschiedensten Brüttagen. Da nun manche Zellen sich zu grossen abgeplatteten, ovalen Scheiben ausbilden, während andere sich theilen, so entsteht eine überraschende Ungleichheit der Blutzellen, welche namentlich nach dem sechsten Tage sehr auffallend wird und in den beiliegenden Zeichnungen sich kenntlich macht. So kann es neben einander gefärbte Zellen geben, welche um das Sechsfache und darüber in ihrer Grösse von einander abweichen, so zwar, dass die kleinsten kaum $^1/_{800}$ L. messen. Sehr kleine gefärbte kernhaltige Zellen habe ich auch bei einem Embryo vom 18ten Brüttage, also kurz vor dem Auskriechen gefunden (Fig. 14).

Die an den Blutzellen im Verlaufe des Eilebens des Hühnchens beobachteten Theilungen gefärbter Blutzellen finden sich am häufigsten an denjenigen Brüttagen, an welchen eine sichtliche Vermehrung des Blutes stattfindet, namentlich zwischen dem dritten und achten Tage. Bis zum zwölften Tage nehmen sie allmälig an Häufigkeit ab, genau in dem Verhältnisse, in welchem auch die Vermehrung der Blutmasse abnimmt. Nach dem zwölften Tage habe ich bisher keine normale Theilung wahrgenommen. Da sich am Schlusse des Eilebens sämmtliches in der Allantois und im Dottersack befindliche Blut in den Embryo zurückzieht, so bestätigt sich auch auf dieser Entwickelungsstufe, dass das Auftreten der Theilungen proportional ist einer nachweislichen Vermehrung der Blutmasse.

Damit will ich keinesweges behaupten, dass während der Brütung keine neuen farblosen Blutzellen hinzukommen, die sich in farbige umwandeln. Doch muss ich in dieser Hinsicht auf dasjenige verweisen, was ich in meinem grösseren Werke über diesen Gegenstand gesagt habe, da ich diesmal

nur die Absicht hatte, auf die bestrittenen Theilungen der gefärbten Blutzellen einzugehen.

Der Vollständigkeit wegen habe ich noch einiger Erscheinungen zu gedenken, welche vielleicht mehr ein pathologisches, als physiologisches Interesse haben, aber für die Entwickelungsgeschichte der Blutzellen von Bedeutung sind.

Bei meiner ersten Mittheilung (Med. Zeit. 1841. No. 27) unterschied ich im Hühner-Embryo aus der dritten Brütwoche „biscuitförmige Blutkörperchen, deren dicke Enden roth gefärbt und jedes mit einem Kerne versehen waren; diese beiden Kerne waren durch einen dünnen Faden mit einander verbunden.“ — Allein schon in dem von mir (für Canstatt) verfassten Jahresberichte über die Fortschritte der Physiologie im Jahre 1841 (Separatabdruck p. 17) sagte ich in einer Anmerkung: „Weitere Untersuchungen haben mich zweifelhaft gemacht, ob die biscuitförmige Gestalt mancher Blutkörperchen eine normale Entwickelungsstufe derselben bildet und ob sie nicht bloss einer Dehnung ihr Entstehen verdankt. Dagegen habe ich neuerdings von dem dritten Brüttage an rothe Blutkörper gesehen, welche die des erwachsenen Thieres bei weitem an Grösse übertrafen und doppelte Kerne enthielten. Bei Schweins-Embryonen von 1 Zoll Länge waren die Blutkörperchen 4—6mal grösser, als die von erwachsenen Schweinen; sie zeigten doppelte und vierfache Kerne, welche offenbar verschiedenen, durch blasse Zwischenlinien markirten Abtheilungen des Blutkörperchens angehörten.“ —

In meinem embryologischen Werke (p. 107) habe ich noch einmal meine Zweifel darüber ausgesprochen, ob die von Kölliker (Gewebelehre 1852. p. 21) abgebildeten biscuit- oder hantelförmigen Blutzellen normale Bildungen seien. Meine letzten Untersuchungen haben diesen Zweifeln neuen Boden gegeben. Denn ich habe gar häufig, wie die Abbildungen zeigen, in der letzten Brütwoche solche Körper gefunden in welchen nur die eine Hälfte einen Kern enthielt (Fig. 12), die andere dagegen kernlos war. Beide Hälften hingen durch einen farblosen, schlauchförmigen Theil mit einander zusam-

men, welcher offenbar nichts weiter als die ausgedehnte Zellenmembran war. Kurz diese auffallenden Gebilde machen ganz den Eindruck, als seien sie durch einen abortiven Theilungsvorgang entstanden, bei welchem eine normale Kerntheilung nicht zu Stande gekommen und deshalb eine normale Zellentheilung nicht von Statten gehen will. Für diese Deutung spricht auch, dass schon vom sechsten Tage ab (Fig. 8 z u. 9 z) Zellen mit Einschnürungen vorkommen, bei welchen nur die eine Hälfte einen Kern (Fig. 8 z), zuweilen sogar mit zwei Kernkörperchen enthält, während die andere kernlos ist. Diese Zellen kenne ich seit vielen Jahren, aber ich glaubte, dass der Kern vielleicht noch später in die Mitte rücke und seine Theilung vollbringe. Allein nachdem ich jetzt diesem Gegenstande besondere Aufmerksamkeit gewidmet, scheint es mir unzweifelhaft, dass es sich hier um einen abnormen Theilungsvorgang handelt, bei welchem die Zelleneinschnürung beginnt, bevor die Kerntheilung zu Stande gekommen. Eine solche in abnormer Theilung begriffene Zelle kann es, wie der Erfolg lehrt (Fig. 8, 9, 12, 13), dahin bringen, dass das Protoplasma in beiden Hälften der Doppelzelle, sowohl in der kernhaltigen wie in der kernlosen, sich abrunde und gewissermassen selbstständig mache; allein sie vermag nicht zu einer Theilung der Zellenmembran zu gelangen, sondern diese wird zu einem langen Zwischenschlauche ausgedehnt. Mindestens habe ich niemals Zellen ohne Kerne gefunden, wenngleich es nicht selten vorkommt, dass der Kern nicht die gewöhnliche blasige Beschaffenheit darbietet, sondern wie ein verschrumpfter fester Körper aussieht, in welchem man das Kernkörperchen vermisst (Fig. 6. y, z).

Die beschriebenen hantelförmigen, nach meiner Deutung in misslungener Theilung begriffenen Zellen finden sich, wie ich schon im Jahre 1841 bemerkte (in Canstatt's Jahresbericht), nicht in allen Embryonen und nicht zu allen Brützeiten, sondern am zahlreichsten in der letzten Brütwoche, namentlich bei solchen Embryonen, bei welchen die Aufsaugung des Dotters und die Hereinziehung des Dottersackes in die Bauchhöhle nicht in normaler Weise von Statten geht,

und welche aus diesem Grunde nicht lebensfähig zu sein pflegen. Ich vermuthe, dass diese krankhaften Zustände der Blutzellen abnormen Schwankungen der Temperatur oder anderen ungünstigen Einflüssen im Brütofen ihr Entstehen verdanken.

Erklärung der Tafel.

Sämmtliche Figuren sind bei 450facher Vergrösserung gezeichnet und betreffen mit Ausnahme der Fig. 15 den Hühner-Embryo.

Fig. 1. Zwei mattgefärbte (a u. b) und eine grössere farblose, granulirte, mit zwei hellen Kernen versehene Zelle innerhalb der Gefässe der Area vasculosa eines 48ständigen Embryo beobachtet.

Fig. 2. Die aus einem Gefässe eines 60ständigen Embryo ausfliessenden Zellen, welche sehr weich sind und unter den Augen des Beobachters kleine beulenförmige oder auch cylindrische Ausbuchtungen bekommen.

Fig. 3. Blutzellen vom dritten Tage im frischen Zustande mit einer Mischung von doppeltchromsaurem Kali (2 Gran) und doppeltschwefelsaurem Kali (1 Gran auf die Unze Wasser) behandelt. Man sieht entfärbte Zellen mit einfachen und doppelten Kernen und Kernkörperchen, zum Theil in der Einschnürung begriffen.

Fig. 4. Zellen vom Ende des dritten Tages mit derselben chromsauren Mischung behandelt. Bei x eine Doppelzelle, auf welcher sich an einer Seite die Membran erhebt, ohne dass das Protoplasma die Einschnürung verliert; in der einen Hälfte ein in der Einschnürung begriffener Kern. Die übrigen Zellen sind entfärbt nud zeigen zwei, auch d r e i (p), sogar v i e r (y) zum Theil noch nicht ganz von einander abgeschnürte Kerne.

Fig. 5. Vom 4ten Tage mit einer lauwarmen Zuckerlösung behandelt, in welcher die Kerne, aber nicht überall die Kernkörperchen sichtbar werden.

Fig. 6. Vom 5ten Tage mit einer lauwarmen Lösung von doppeltchromsaurem Kali 0,2 pCt. behandelt; Zellen von der verschiedensten Beschaffenheit. Die Doppelzelle A zeigt auf der Theilungsstelle einen hellen Streifen und theilt sich während der Beobachtung (A''). Die Zellen y und z zeigen verschrumpfte Kerne.

Fig. 7. Vom 5ten Tage; Blutzellen im frischen Zustande bei langsamer Einwirkung von Zuckerlösung.

Fig. 8. Vom 6ten Tage; nach längerer Einwirkung von doppeltchromsaurem Kali 0,4 pCt. treten die Contouren der Zellenmembranen

scharf hervor, so dass man bei y die Einschnürung der Zellenmembran deutlich unterscheiden kann

Bei z eine eingeschnürte Zelle, in welcher nur die eine Hälfte einen Kern zeigt.

Fig. 9. Vom 8ten Tage; Zellen von sehr ungleicher Grösse und Beschaffenheit (Zusatz von Kali bichromicum gr. jjj, Acid. sulf. gr. j auf 1 Unze Wasser).

z, mehrere Zellen mit abnormer Theilung.

a, Zelle mit einem Kern, der sich in vier Abtheilungen scheidet.

b, Zelle mit vier kleinen Kernen.

Fig. 10. Vom 9ten Tage; sehr grosse (a) und sehr kleine (b) gefärbte Zellen, auch farblose Zellen (c), aber keine Theilungen zu finden.

Fig. 11. Vom 10ten Tage; Zellen frisch und weich, zum Theil während der Beobachtung Ausbuchtung zeigend; Doppelzellen (x) sehr selten, kaum auf tausend Zellen eine; die Zellen im Ganzen weit kleiner, als am 8ten Tage; keine hantelförmigen Zellen zu finden.

Fig. 12. Vom 12ten Tage; mit Zuckerwasser und Essigsäure. Keine normale Theilung zu finden, wohl aber die beschriebenen hantelförmigen Zellen.

Fig. 13. Vom 16ten Tage; wie oben, auch farblose granulirte Zellen (x).

Fig. 14. Vom 18ten Tage; sehr grosse und sehr kleine gefärbte Zellen.

Fig. 15. Aus einem drei und eine halbe Windungen zeigenden Embryo von *Coluber natrix*, der ein Jahr lang in einer Lösung von doppeltchromsaurem Kali (6 Gran auf die Unze) aufbewahrt war. Die Zellen sind zwar entfärbt und brüchig, aber die verschiedenen Theilungsstufen sehr deutlich. Nur die Kernkörperchen sind in den sehr festen und dunkeln Kernen in der Regel nicht zu unterscheiden.

Ueber peripherische Ganglien an den Nerven des Nahrungsrohrs.

Von

Robert Remak.

In Henle's und Pfeuffer's Zeitschrift für rationelle Medicin (Bd. VIII. Heft 2) hat G. Meissner vor kurzem eine Mittheilung über mikroskopische Ganglien gemacht, welche er bei Säugethieren in der Darmwand aufgefunden. Es scheint mir zweckmässig, bei dieser Gelegenheit Folgendes hervorzuheben.

An dem Mund- und Schlundtheile des Nahrungsrohrs habe ich bereits im Jahre 1840 mikroskopische Ganglien im Verlaufe der Nerven aufgefunden und zwar damals bloss an den Zungen- und Schlundästen des N. glossopharyngeus (Medic. Zeit. des Vereins f. Heilk. in Preussen 1840. No. 2). Später ergänzte ich diese Beobachtungen dadurch, dass ich auch an den Aesten des N. lingualis in der Zunge bei Menschen und Säugethieren Ganglien auffand (Müller's Arch. 1852. p. 58). Diese Wahrnehmungen sind nicht unbemerkt geblieben. Weniger beachtet scheint aber zu sein, dass ich bei der Versammlung der Naturforscher und Aerzte in Wiesbaden (September 1852) Beobachtungen „über mikroskopische Ganglien an den Aesten des N. vagus in der Wand des Magens bei Wirbelthieren“ mitgetheilt habe. Der in dem „amtlichen Bericht“ (p. 183) abgedruckte Auszug aus dem Vortrage lautet also: „Um für die Deutung der von mir am Herzen, in der Wand der Bronchien und des Kehlkopfs,

in der Zunge, im Schlunde, in der Wand der Harnblase und des Uterus aufgefundenen Ganglien weitere anatomische Anhaltspunkte zu gewinnen, hatte ich schon früher die Magenäste des N. vagus auf Ganglien untersucht. Doch ist es mir erst vor kurzem bei *Salamandra maculata* geglückt, an den Aesten des N. vagus kurz nach ihrem Eintritte in die Wand des Magens Ganglien zu finden. Seitdem habe ich ähnliche Ganglien auch beim Frosch, bei der Taube (in der Wand des Drüsenmagens), beim Schweine, beim Schafe, bei der Katze, beim Kaninchen gesehen."

Ich muss noch hinzufügen, dass ich bei den genannten Thieren auch an den Speiseröhrenästen zuweilen Ganglien wahrgenommen habe. Ueber die Frage, zu welchen histologischen Bestandtheilen die aus den Ganglien hervorgehenden Nerven sich begeben, bin ich bei meinen dermaligen Untersuchungen zu keinem vollen Abschlusse gekommen. Die Ganglien lagen in der Magenwand an der Innenfläche der Tunica muscularis und die austretenden Nerven schienen bald zur Schleimhaut, bald zur Tunica muscularis oder auch zu beiden sich zu begeben. Was die Untersuchung in dieser Hinsicht sehr erschwerte, war der Umstand, dass die Ganglien zumeist zu derjenigen Classe gehörten, welche ich an einer andern Stelle (Müller's Arch. 1852 p. 60) mit dem Namen Hemiganglia belegt habe, weil nicht alle Fasern an die Ganglienzellen treten, sondern Faserbündel an der Gruppe der Ganglienzellen vorbeistreichen. Hologanglia, d. h. solche Ganglien, in welchen sämmtliche Fasern an die Ganglienzellen treten, fand ich hier weit seltener, als z. B. in der Zunge. Die Hemiganglia bilden nicht selten grosse bauchige Vorsprünge am Rande des Nervensträngchens, wie in der Zunge. Wenn man solche feine gangliöse Nerven lange Strecken weit verfolgt, so beobachtet man, dass solche Fasern, welche an einem Hemiganglion vorbeigehen, in ihrem weitern Verlauf in ein Ganglion eintreten. Daraus wird es wahrscheinlich, dass sämmtliche Fasern mit der Zeit mit Ganglienzellen in Verbindung treten. Auch habe ich die Skizze einer Zeichnung aus der Wand des Drüsenmagens der Taube

vor mir, aus welcher sich deutlich ergiebt, dass die aus einem Hemiganglion hervortretenden Fasern nach kurzem Verlauf wieder in ein Hemiganglion eintreten können, dass sich also im Verlaufe einer Nervenfaser nicht blos eine Ganglienzelle, sondern auch mehrere Ganglienzellen hinter einander finden können.

Eine Zerlegung dieser kleinen, in der Regel aus 10 bis 50 Zellen bestehenden Ganglien in multipolare Ganglienzellen ist mir nicht gelungen, und ich bin daher zweifelhaft geblieben, ob diese Ganglien in die Reihe der sympathischen Ganglien gehören, in welchen ich im Jahre 1837 multipolare Ganglienzellen entdeckt habe. (Vergl. meinen Aufsatz „über multipolare Ganglienzellen" in dem Monatsberichte der K. Preussischen Academie der Wissensch. 1854.)

An den Nerven des Darmrohrs und zwar bei Vögeln an dem von mir in dieser Thierclasse entdeckten gangliösen Darmnerven habe ich bereits im Jahre 1843 (Müll. Arch. 1843 p. 481) zahlreiche kleine Ganglien entdeckt Dieser Nerv löst sich, wie ich ausführlicher in meiner Monographie „über ein selbstständiges Darmnervensystem" (Berl. 1847. Fol. mit 2 Tafeln) beschrieben und durch Abbildungen erläutert habe, beim Embryo von der Darmwand ab, entfernt sich von derselben eine Strecke weit und bleibt mit ihr mittelst feiner Nerven in Verbindung, die von seinen Ganglien ausgehen. Der Nerv und seine Ganglien sind am dicksten in der Gegend des Mastdarms, und er verdünnt sich, während er den Darm bis zum Magen hin begleitet. Diesen Darmnerven habe ich von den Mittelnerven unterschieden, welche von dem Plexus coeliacus kommend mit den Blutgefässen zu dem Darm verlaufen. Da bei anderen Wirbelthieren kein solcher die Mittelnerven kreuzender gangliöser Darmnerv vorkömmt, so vermuthete ich einerseits, dass bei anderen Wirbelthieren das Analogon des Darmnerven in der Darmwand selbst zurückbleibe (l. c. p. 28 §. 58), andererseits glaubte ich in dem N. haemorrhoidalis internus ein abortives Stück des Darmnerven bei Säugethieren zu ermitteln.

In den letzten Jahren habe ich meine Aufmerksamkeit be-

sonders den Nerven zugewendet, welche von dem N. vagus zu dem Darmrohr gehen. Von Fischen und Amphibien kennt man schon durch Müller und Weber die Verbreitung des N. vagus an den Darm. Bei Säugethieren und beim Menschen sind die Anschauungen der Anatomen in dieser Hinsicht weniger sicher. Ich wurde auf die Darmäste des N. vagus durch physiologische Versuche geführt, bei welchen ich Gelegenheit hatte, den schon von Ed. Weber bemerkten Einfluss des N. vagus auf die Darmbewegung und zwar auf die Bewegung des ganzen Dünndarms bei Hunden und Katzen zu bestätigen (vergl. Ernst Wolff, De functionibus Nervi vagi, Diss. inaug. Berol. 1856). Bei denselben Thieren bemerkte ich, dass von den Aesten, welche nach der Beschreibung der Anatomen zu dem Ganglion coeliacum gehen sollen, nur ein einziger in dasselbe eintritt, die übrigen graden Weges sich feiner verästelnd in das Mesenterium ausstrahlen und zu den Wänden des Dünndarms sich hinbegeben. Diese Aeste sind ungemein fein und zahlreich, bestehen zum grossen Theil aus grauen kernhaltigen Fasern und enthalten nur wenige dunkelrandige Fasern. Bei einem mageren neugeborenen Kinde gelang es mir, diese Darmäste des Vagus noch zahlreicher als bei Hunden und Katzen zu beobachten.

In Betreff der jetzt von Meissner in der Darmwand gefundenen Ganglien stellt sich demnach die Frage, ob sie im Verlaufe der Darmäste des N. vagus vorkommen, und alsdann wären sie analog den von mir in der Magenwand gefundenen Ganglien. Oder sie sind so unter einander verbunden, dass sie ein Analogon des bei den Vögeln ausserhalb des Darmes im Mesenterium verlaufenden gangliösen Darmnerven darstellen. Oder sie finden sich im Verlaufe der vom Plexus coeliacus kommenden Mittelnerven (Mesenterialnerven). Oder endlich sie bilden Verbindungen zwischen dem einen oder andern der genannten Nerven. Nur die vergleichende Untersuchung der übrigen Wirbelthiere dürfte über diese Fragen vollen Aufschluss geben.

Zur Kenntniss des den electrischen Organen verwandten Schwanzorganes von *Raja clavata.*

Von

Prof. Max Schultze in Halle.

(Hierzu Taf. IX.)

Das in seiner Bedeutung immer noch unklare nervenreiche Schwanzorgan der Rochen aus der Gattung *Raja*, welches neuerdings öfter als pseudoelectrisches Organ bezeichnet wurde, ist mehrfach Gegenstand genauer mikroskopischer Untersuchungen gewesen, ohne dass doch alle Structurverhältnisse genügend erforscht wären. Namentlich ist die Bestimmung der Art der Nervenendigung allen Bearbeitern so schwierig erschienen, dass unter Anderen Ecker [1]), Leydig [2]), Remak [3]) und Kölliker [4]), welche das Organ frisch untersuchten, und welchem letzteren wir die ausführlichste Darstellung und richtigste Auffassung seiner Structur verdanken, zu einem befriedigenden Resultat nicht gelangen konnten. Was mich zu einer längeren Beschäftigung mit diesem Organe während eines Ferienaufenthalts auf Helgoland veranlasste, war ausser dem eben angedeuteten zweifelhaften Punkte noch die Beschaffenheit der die Kästchen des genannten Organs zum Theil ausfüllenden Scheibchen, welche

1) Zeitschr. f. wiss. Zoologie Bd. I, p. 41. Anm.

2) Müller's Archiv 1854 p. 314.

3) Ebend. 1856 p. 471.

4) Verhandl. der physik. medicin. Gesellschaft in Würzburg vom 13. Dec. 1856 p. 12.

Kölliker mit dem Namen Schwammkörper belegte, und über deren histiologische Auffassung die Ansichten der Forscher sehr weit aus einander gehen. Von Robin [1]) als ein eigenthümliches Gewebe (tissu électrique) bezeichnet, glaubte Stannius [2]) quergestreifte Muskelfasern in demselben zu erkennen. Leydig spricht dasselbe als dem Knorpel zunächst verwandtes Bindegewebe an, und Kölliker kehrte endlich, wenn auch bedingt, zu der Robin'schen Anschauung zurück. Dank den allumfassenden Arbeiten der Mikroskopiker begegnet es einem heutzutage nicht oft mehr, solche Meinnngsverschiedenheiten in der Deutung eines Gewebes anzutreffen!

Die Resultate, zu welchen ich durch meine Untersuchungen gelangte, sind zum Theil abweichend von denen meiner Vorgänger. Ich fand zumal die Nerven in einer so innigen Beziehung zum Schwammkörper, dass ich letzteren, gestützt auch auf seine chemische Beschaffenheit, geradezu als eine Fortsetzung der ersteren anzusehen genöthigt wurde, als flächenhaft ausgebreitete Nervensubstanz, aus einer Verschmelzung sämmtlicher Nervenenden hervorgegangen.

Wenn ferner die Art der feineren Nervenausbreitungen in dem Schwanzorgane der Rochen, welche nach meinen zum Theil mit Kölliker übereinstimmenden Beobachtungen in der Bildung ganz ähnlicher Nervennetze besteht, wie Letzterer solche bei *Torpedo* kürzlich nachwies [3]), zu einer ausgedehnteren Vergleichung mit dem electrischen Organe dieser Rochen aufforderte, so mussten die ausführlichen Angaben von Bilharz [4]) über *Malapterurus* und von Ecker [5]) über *Mormyrus*, welche einen Uebergang der Nerven in eine dem Schwammkörper von *Raja* nicht unähnliche Platte lehren, mir eine Vergleichung der betreffenden Organe sämmtlicher electromotorischen Fische wünschenswerth machen. Durch

1) Annales d. sciences natur. 1847. 3. sér., tom. VII, p. 242, 254.
2) Vergl. Anatomie, 2. Aufl. 1854, p. 120.
3) l. c. p. 2.
4) Das electrische Organ des Zitterwelses etc. Leipzig 1857.
5) Untersuchungen zur Ichthyologie. Freiburg 1857. p. 29.

die zuvorkommende Bereitwilligkeit der Herren du Bois Reymond, V. Carus, Ecker, Freyer, J. Müller, Peters, wie meines Vaters erhielt ich zu einer solchen das genügende Material. Auf die vergleichenden Untersuchungen hin, über welche ich an anderen Orten berichten werde, stütze ich meine Ansicht von der Bedeutung des Schwanzorganes der Rochen als eines electrischen. Ohne Multiplicator oder stromprüfende Froschschenkel konnte ich directe Versuche auf electromotorische Eigenschaften an dem genannten Organe nicht ausführen. Alle aber, welche mit diesen Hülfsmitteln ausgerüstet Helgoland besuchen sollten, mache ich darauf aufmerksam, dass die von den Blankeneser Fischern dort leicht zu erhaltenden Rochen soviel mir bekannt wurde stets an dem Schwanze angebunden in den grossen Wasserbehältern der Schiffe aufbewahrt werden, und dass die Sugillationen, welche in Folge dieser Behandlung eintreten, möglicherweise auch die Leitungsfähigkeit der Nerven beeinträchtigen könnten.

Die electrischen Organe des Schwanzes der *Raja* sind cylindrische, vorn und hinten zugespitzt endigende Körper, deren jederseits einer neben der Wirbelsäule liegt. Sie beginnen im Centrum des Musculus sacrolumbalis etwa an der Grenze vom ersten und zweiten Drittheile des Schwanzes, verdicken sich allmählig und liegen nach vollständiger Verdrängung des Muskels dicht unter der Haut die ganze Dicke des ebenfalls cylindrischen Muskels fortsetzend, und reichen bis in die äusserste Spitze des Schwanzes. Durch ihre dünne Bindegewebshülle schimmern die ein fast durchsichtiges Gallertgewebe umschliessenden Längs- und Querscheidewände. Erstere mögen den Verhältnissen bei anderen electrischen Organen analog die primären, letztere die secundären Scheidewände heissen. Die primären sind doppelter Art. Die einen, deren Verlauf bisher noch nicht näher gewürdigt worden, stellen nach vorn zugespitzte Kegel dar, welche alle unter sich parallel in einander stecken. Die abgerundeten Spitzen dieser Kegel liegen ziemlich genau in der Axe der Cylinder. Dies Verhältniss, welches auf Längs-

schnitten, wie in Fig. 1 und 2, zu übersehen ist, stellt eine Wiederholung der sehnigen Scheidewände des Musc. sacrolumbalis dar, wie sie Robin schon kannte und in den Ann. d. sc. nat. 1847 tab. 3, fig. 1 gut abbildete. Zu einer klaren Anschauung über die Richtung der Längsscheidewände des electrischen Organes gelangte er jedoch so wenig als Stannius[1]). Fig. 2 erläutert das Verhältniss der vordern Spitze des electrischen Organes zu dem umgebenden Muskel. Aus dem Vorhandensein der in einander steckenden sehnigen Tuten erklären sich auch die von Robin und Stannius erwähnten zwischen der Oberfläche des electrischen Organes und der inneren Hautfläche verlaufenden sehnigen Bänder. Wo nämlich die Basen der Kegel die Oberfläche des electrischen Organes erreichen, setzen sich die Mäntel noch als freie Bänder über die Oberfläche nach hinten fort und heften sich nach längerem Verlaufe an die innere Oberfläche der Haut ganz in derselben Weise wie es bei den weiter nach vorn gelegenen sehnigen Muskelscheidewänden auch der Fall ist.

Betrachtet man die äussere Fläche des isolirten Schwanzorganes aufmerksam, so bemerkt man andere Längsscheidewände, welche von der fibrösen Umhüllungshaut in rechtem Winkel zur Tiefe streben und die Zwischenräume zwischen den in einander steckenden fibrösen Kegeln in Säulen theilen, deren Längsaxe einmal durch die Richtung der Kegel bedingt ist, ferner aber von der Richtung dieser zweiten Art von Längsscheidewänden abhängt. Sie verlaufen aber in der Richtung sehr langgezogener Spiralen in dem cylindrischen Organe, wie Robin gut abbildet (l. c. tab. 3, fig. 2), wobei sie jedoch durch Anastomosen vielfach unter einander confluiren.

Die Zwischenräume zwischen den primären Scheidewänden oder die erwähnten Säulen werden nun durch zahlreiche in der Quere verlaufende oder secundäre Scheidewände in platte Kästchen abgetheilt. Diese Querscheidewände durchsetzen nicht die ganze Dicke des electrischen Organes in

---

1) Vergl Anatomie 2. Aufl. 1854 p. 120.

einer Ebene, sondern weichen, von einer Säule auf die andere übersetzend, von ihrer ursprünglichen Richtung mehrfach ab, dass ein Querschnitt des Organes nicht alle Kästchen in gleicher Höhe treffen kann, sondern an dem einen die vordere, an dem anderen die hintere Fläche der Scheidewand blosslegen und an noch anderen den Inhalt der Kästchen selbst in verschiedenen Ebenen treffen wird. Von den Wänden dieser Kästchen sind die vordere und hintere durch die Querscheidewände gebildet, während die übrigen von den zwei Arten in der Längsrichtung verlaufenden Septa und bei den an der Oberfläche des Organes gelegenen noch von der fibrösen Hülle geliefert werden. Die Gestalt der Kästchen, welche im Allgemeinen eine platt vierseitige ist, variirt nach verschiedenen Seiten sehr. Wie aus einer Betrachtung der in dreimaliger Vergrösserung gezeichneten Längsschnitte Fig. 1 und 2 hervorgeht, muss die Höhe der oberflächlichen Kästchen an solchen Stellen, wo die sehnigen Tuten sich eben von der fibrösen Aussenhaut ablösen, eine sehr geringe sein, und dasselbe findet statt in den centralen Kegelspitzen. Aber auch ihre Ausdehnung von rechts nach links variirt sehr nach der Richtung der zweiten Art von Längsscheidewänden (vgl. Robin l. c. tab. 3, fig. 2). Nur der kurze von vorn nach hinten gerichtete Durchmesser ist weniger bedeutenden Schwankungen unterworfen, und hält sich derselbe zwischen $^1/_3$ und $^1/_4$ P. Linie. Am kleinsten sind die Kästchen in der Schwanzspitze des Organes.

Was den Inhalt der Kästchen betrifft, so sind die Robin'schen Angaben von Kölliker dahin bestätigt und berichtigt worden, dass derselbe zunächst ein doppelter sei: 1) der hinteren Fläche der vorderen Querwand anliegend ein scheibenförmiger Körper von schwammiger Beschaffenheit (Schwammkörper Köll.), welcher etwa den dritten Theil des inneren Raumes des Kästchens ausfüllt, und 2) gallertartiges Bindegewebe, Gallertmasse mit Sternzellen, nebst Blutgefässen für den übrigen Raum. Die Gallertmasse geht an der hinteren Wand wie an den Seiten allmählig in das fibrilläre Bindegewebe der Kästchengrenze über, indem sich die

Intercellularfasern nach und nach vermehren und endlich sie ganz und gar erfüllen, während der Schwammkörper überall scharf gegen die Bindegewebsgebilde abgegrenzt ist. Ich muss in der Auffassung dieser Theile und ihrer Lagenverhältnisse zu den gleich näher zu beschreibenden Nervenausbreitungen auf die Seite Kölliker's gegen Leydig treten, und die Abbildung des Ersteren l. c. Tab. I, Fig. 2 für eine naturgetreue erklären.

Die Nerven für die einzelnen Kästchen des electrischen Organes treten, wie Kölliker am ausführlichsten angiebt, jedesmal von der vorderen Wand derselben gegen den scheibenförmigen Schwammkörper. Sie bilden hier eine in der Verticalebene zwischen bindegewebigem Septum und Schwammkörper ausgebreitete ziemlich dicke Schicht, „Nervenplatte“ Köll., doch ohne mit dem Schwammkörper „irgend eine Verbindung“ einzugehen. Ueber die letzte Endigung der Nerven konnte Kölliker so wenig als seine Vorgänger Ecker und Leydig ganz ins Klare kommen. Des Ersteren hierauf bezügliche Worte lauten: „Soviel habe ich bestimmt ermittelt, dass die letzten Enden der Nervenfasern, die kaum mehr als 0,0005''' messen, gegen die Oberfläche der Nervenplatte zu sich alle senkrecht stellen und bis an die äusserste Fläche derselben hinanreichen. In einigen Präparaten nun endeten dieselben hier, dicht am Schwammkörper, frei mit leichten knopfförmigen Anschwellungen, in anderen von frischen Thieren bildeten sie nach allem, was ich zu sehen vermochte, ein horizontal ausgebreitetes Netz, dessen Fasern und Maschen um ein ziemliches grösser waren, als im electrischen Organe der Zitterrochen, und scheinen demzufolge ähnliche Verhältnisse hier obzuwalten wie bei den *Torpedines*; doch wage ich bei der Schwierigkeit des Gegenstandes, indem die dicke Nervenplatte der gewöhnlichen Rochen weder bei Flächen- noch bei Seitenansichten eine ganz klare Einsicht in ihre Verhältnisse gestattet, nicht, für die eine oder andere Anschauung mit Bestimmtheit mich zu entscheiden. Nur soviel ist sicher, dass auch hier eine äusserst reiche Nervenästelung vorhanden ist, die derjenigen

der *Torpedines* wenig nachsteht, sowie dass kein Nervenfädchen in den Schwammkörper selbst hineingeht.“

Diese Angaben kann ich zunächst dahin ergänzen und berichtigen, dass auf das in der That vorhandene, der vordern Fläche des Schwammkörpers parallel in der Verticalebene ausgebreitete Nervennetz, dessen Fasern und Maschen um ein ziemliches grösser sind als das von Kölliker bei *Torpedo* entdeckte, ein anderes bei weitem feineres folgt, dessen Feinheit dem erwähnten von *Torpedo* vollständig gleicht, ja in seinen Endausbreitungen vielleicht noch übertrifft, und dass dasselbe ferner in einem so innigen Zusammenhange mit dem Schwammkörper steht, dass ein allmähliger directer Uebergang der Nerven in die Substanz desselben angenommen werden muss.

Man kann die Nervenausbreitungen auf Querschnitten wie auch auf Längsschnitten des electrischen Organes studiren. Längsschnitte geben ein vortreffliches Bild der gröberen Verhältnisse in der Anordnung der verschiedenen Gewebe, und es ist nicht schwer bei stärkerer Vergrösserung die allmählige Verschmälerung der markhaltigen Fasern durch Theilung, den Uebergang derselben in marklose, sowie auch deren Theilung und schliessliches Anlegen der feinsten Fäserchen an die vordere Fläche des Schwammkörpers zu sehen. Zu einer klaren Einsicht über die Endigungsweise der Fasern und namentlich des in der Fläche ausgebreiteten feinen Nervennetzes werden solche Schnitte nicht leicht führen. Zu diesem Zwecke sind Querschnitte des Organs nöthig. Bei der bedeutenden, oft $^1/_3$ Linie betragenden Dicke der Kästchen aber werden solche in grösserer Zahl anzufertigen sein, bis der Zufall einen genau in die Ebene der vorderen Fläche des Schwammkörpers fallenden und zugleich noch die gröberen Nervenausbreitungen zeigenden Schnitt beut.

An einem solchen wird man durch Heben oder Senken des Tubus von vorn nach hinten durch die Dicke des Schnittes vorschreitend Folgendes gewahren: Zunächst an der bindegewebigen Scheidewand oder vielmehr noch in ihr selbst liegen die Nervenstämmchen, die von verschiedenen Seiten

herantreten und sich bald in einzelne aus einander laufende Primitivfasern scheiden. Hiemit haben sich die Nerven schon aus dem exquisit faserigen Theile der Scheidewand in ein zwischen ihr und dem Schwammkörper befindliches gallertiges Bindegewebe begeben, in welchem jedoch immer noch wellig geschlungene Intercellularfasern vorhanden sind. Hier verlaufen die breiten markhaltigen Primitivfasern in einer der Querscheidewand und also auch der vorderen Fläche des Schwammkörpers parallelen Verticalebene und sind durch häufig vorhandene dichotomische, auch drei- und vierfache Theilungen ausgezeichnet. Die Zahl der Fasern ist nicht gross, so dass bedeutende Zwischenräume vorhanden sind, welche von dem fibrillären halb gallertigen Bindegewebe ausgefüllt werden. Mit der hier eintretenden Theilung vermehrt sich die Zahl der Fasern, und nähern sich dieselben zugleich um ein weniges dem Schwammkörper, um nach längerem Verlaufe neue Theilungen einzugehn.

Während die erste Theilungsstelle, wie von Nerventheilungen an anderen Orten hinreichend bekannt ist, durch eine geringe Einschnürung der Primitivfaser bezeichnet ist, findet bei der zweiten Theilung eine förmliche Unterbrechung des Nervenmarkes auf eine grössere Strecke hin statt. Die Primitivfaser verschmälert sich gegen die Theilungsstelle allmählig, und der stark lichtbrechende Inhalt schwindet endlich ganz, so dass die Faser jetzt nur noch aus dem Axencylinder zu bestehen scheint. Dieser schwillt an der Theilungsstelle selbst oft zu einer dreieckigen aber kernlosen, ganz homogenen Platte an. Bei dem der Theilung vorhergehenden vollständigen Schwund des Nervenmarkes nimmt es sehr Wunder, eine Strecke nach derselben an den Theilästen das Mark wieder auftreten zu sehen. Die Faser verdickt sich dabei allmählig, um nach kurzem Verlaufe eine neue Verschmälerung zu erfahren, bleibt nun aber nach noch einmal wiederholter Theilung meist definitiv marklos. (Vergl. hiezu Fig. 4.) Nur ausnahmsweise tritt nach einer dritten oder gar vierten Theilung auf kurze Strecken noch eine Spur stark lichtbrechenden Nervenmarkes an den Aesten auf. Bis

dahin fehlt eine netzförmige Verbindung benachbarter Primitivfasern, wie sie Robin gesehen zu haben glaubt, durchaus. Eine solche tritt nun aber an den sich fortgesetzt theilenden feinen marklosen Fasern ein. Dieselben verschmelzen in einer der vordern Fläche des Schwammkörpers fast unmittelbar anliegenden Verticalebene zu einem dichten engmaschigen Netze, dessen Maschenräume etwa den halben bis ganzen Durchmesser eines menschlichen Blutkörperchens besitzen und dessen Fasern 4—5mal feiner als die Zwischenräume sind. Kurz vor dem Uebergange in dieses Netz oder nach bereits begonnener anastomotischer Verbindung zeigen sich, wie Kölliker (l. c. p. 19) auch schon erkannte, spindelförmige oder eckige Verbreiterungen der marklosen Nervenfasern mit rundlichen oder ovalen stark glänzenden Kernen. Sie sind in ziemlich regelmässigen Abständen durch diese Schicht der Nervenausbreitung vertheilt und kommen nur in ihr vor. Unter gewissen Umständen gleichen sie in ihrer Verbindung mit dem Fasernetz verästelten und anastomosirenden Bindegewebskörperchen. Ueber ihre Verbindung mit den Nerven und folglich ihre Bedeutung als Nervenzellen kann jedoch kein Zweifel sein. Noch sind wir aber nicht am Ende der Verästelung der Nerven angelangt. Aus dem beschriebenen Netze erheben sich vielmehr neue und feinere Fasern in der Richtung gegen den Schwammkörper, an dessen vorderer Fläche angelangt sie sich zu einem noch viel feineren Netze verbinden, um endlich mit der Substanz des Schwammkörpers zu verschmelzen.

Bei horizontaler Lage eines der hinteren Fläche des Schwammkörpers parallelen Verticalschnittes durch diese Nervenausbreitung erscheint das gröbere Nervennetz von dem feineren oder umgekehrt so gedeckt, dass über die Verbindung beider ein überzeugendes Bild nicht leicht zu gewinnen ist. Beide Netze liegen hinter einander in parallelen Ebenen, und beim Heben und Senken des Tubus erscheint einmal das Gesichtsfeld ausgefüllt von den Maschen des gröberen Netzes, während gleich darauf mit dem Verschwinden des gröberen das feinere zum Vorschein kommt. Ein Längs-

schnitt in der Verticalebene, Fig. 3, erklärt diese Erscheinung. Die Verbindungsfäden von dem gröberen Netzwerk zu dem feineren sind ziemlich lang, so dass bei horizontaler Lage derselben eine verhältnissmässig bedeutende Veränderung in der Tubusstellung eintreten muss, um von dem einen zum anderen zu gelangen. So ist es denn auch verständlich, dass bei genau horizontaler Lage dieser in verschiedenen Ebenen gelegenen Nervennetze die Verbindungsfäden nicht leicht wahrzunehmen sind. Dieselben lassen sich aber bei schief durch die Nervennetze gelegten Schnitten oder beim Zerzupfen derselben und dadurch herbeigeführten mannigfachen Lagenveränderungen in einer Weise wie Fig. 4 andeutet, erkennen. Diese Figur mag zugleich einen Begriff von der ausserordentlichen Feinheit des dem Schwammkörper zunächst anliegenden Nervennetzes geben. Bei 2—300maliger Vergrösserung einer dünnen Schicht feinkörniger Substanz gleichend gewinnt diese Nervenmembran erst bei 4—500maliger das Ansehn eines feinen Netzwerkes, über dessen Bedeutung immerhin aber erst die Wahrnehmung des Zusammenhanges mit dem gröberen Netze vollständige Klarheit verschafft. Es gleicht dieses Netz demjenigen, welches Kölliker in dem electrischen Organ von *Torpedo* entdeckte und als Endausbreitung, als Tunica nervea beschreibt. Dasselbe ist beim Zitterrochen jedenfalls leichter wahrzunehmen und in seiner Verbindung mit den gröberen Nervenästchen klarer zu übersehen, da hier die ganze Nervenausbreitung in einer viel dünneren Schicht, mehr in einer und derselben Ebene liegt als bei *Raja*. Dennoch ist das Verhältniss bei beiden wesentlich dasselbe.

Haben wir demnach 2 unter einander zusammenhängende, in parallelen Verticalebenen vor der vordern Fläche des Schwammkörpers gelegene Nervennetze, ein vorderes gröberes, ein hinteres feineres, so kommen wir bei noch weiterer Verfolgung der Nervenausbreitungen auf den Schwammkörper selbst, welcher als eine im vorderen Theil solide, im hinteren von Maschenräumen durchbrochene, unregelmässig eckige, fast kreisrunde Platte mit ersterem sich unmittelbar an das feinste

Nervennetz anschliesst. Das Studium der Nervennetze und ihres Zusammenhanges mit dem Schwammkörper, entschieden des schwierigsten Punktes in der Anatomie unserer electrischen Organe, wird einigermassen dadurch erleichtert, dass beim Zerzupfen der betreffenden Gegend sich eine deutliche Neigung zum Zerfall in Platten zu erkennen giebt, welche den beschriebenen Nervennetzen entsprechen, der Art, dass es namentlich bei bereits seit einigen Stunden todten Thieren (die Untersuchung immer in Liquor cerebrospinalis) öfter gelingt, das erstere gröbere Nervennetz von dem feineren abzuspalten, und dieses wieder von dem Schwammkörper oder der zunächst zu erwähnenden vordersten Schicht desselben. Es erklärt sich die Trennung der beiden Schichten von Nervennetzen, von denen das vordere mit den gröberen Nervenästen in Zusammenhang bleibt, das hintere für sich oder mit dem Schwammkörper zusammen sich ablöst, daraus, dass die Cohärenz des in eine Platte ausgebreiteten Nervennetzes in sich eine weit grössere ist, als die der Verbindungsfäden mit dem vorhergehenden. Hat man auf diese Weise die beschriebenen Nervennetze von der vordern Fläche des Schwammkörpers abgelöst, so zeigt sich die letztere von der Fläche betrachtet fein granulirt und in ziemlich weiten Abständen mit blassen ovalen, einen deutlichen runden Kern führenden Zellen durchsetzt. Die Granulirung und die Zellen liegen nur in einer äusserst dünnen Schicht, welche die vordere Fläche des in seinen folgenden Schichten ganz anders aussehenden Schwammkörpers überzieht, und auch wieder für sich ablösbar ist, so dass dieselbe eine Wiederholung der beiden vorhergehenden Nervennetzplatten erscheint. Und in der That lassen Schrägschnitt und günstige Zerzupfungspräparate kaum einen Zweifel, dass diese granulirte Schicht mit den eingebetteten ovalen Zellen nur eine weitere Verfeinerung des vorhergehenden Nervennetzes dardarstellt. Es ist ein allmähliger Uebergang der noch deutlichen Netze in die körnige Substanz, wie Fig. 4 wiederzugeben versucht. Auf Längsschnitten, wie in Fig. 3, erscheint diese körnige Schicht als eine von der des feinsten Netzes

nicht bestimmt unterscheidbare dünne äusserste Lage des Schwammkörpers.

Wir haben nun das Gewebe dieses letzteren einer näheren Prüfung zu unterziehen. Trotzdem dass Robin, Stannius, Leydig, Kölliker sich eingehend mit demselben beschäftigt haben, ist noch nicht einmal, wie oben angedeutet wurde, die erste und wichtigste Frage mit Sicherheit entschieden, welcher grösseren Gruppe von Geweben dasselbe zuzurechnen sei. Robin, welcher mit grosser Genauigkeit das Schwanzorgan der Rochen untersuchte, stellt das Gewebe als ein eigenthümliches dar und nennt es Tissu électrique. Leydig glaubt es als ein Bindegewebsgebilde, dem Knorpel am verwandtesten, ansprechen zu müssen, während Kölliker sich wieder mehr der Robin'schen Anschauung nähert, doch eine wenn auch entfernte Aehnlichkeit mit dem Muskelgewebe zugiebt, aus welchem Stannius geradezu einen Theil der Schwammkörper bestehend glaubte.

Ich muss in der Auffassung desselben zunächst Leydig Recht geben, welcher eine Intercellularsubstanz und in dieselbe eingebettete kernhaltige Zellen unterscheidet, doch mit Kölliker mich entschieden gegen die Verwandtschaft mit Knorpel oder anderen Bindegewebsgebilden aussprechen, vielmehr die Robin'sche Ansicht, dass hier ein ganz eigenthümliches und daher auch mit einem neuen Namen zu bezeichnendes Gewebe vorliege, in ihrem ganzen Umfange wiederherstellen.

Die Grundsubstanz des Schwammkörpers ist in dem hinteren löcherigen Theile feinkörnig, punktirt, wie in einem älteren Hyalinknorpel des Kehlkopfes oder der Rippen, in dem vorderen soliden Theile dagegen glasartig durchsichtig, doch von zahllosen mäandrisch verschlungenen Liniensystemen durchzogen, welche die an sich hier seltener eingesprengten Zellen oft schwer erkennen lassen. Beide Formen von Intercellularsubstanz gehen ganz allmählig in einander über und liegt die Grenze zwischen beiden bald weiter vor, bald mehr zurück, bald im soliden, bald im löcherigen Theile des Schwammkörpers. Sie sind chemisch, soweit sich feststel-

len liess, einander gleich, und beruht die Verschiedenheit nur auf einer einmal mehr homogenen, das andere Mal mehr oder minder vollständig lamellösen Beschaffenheit. Die Zellen sind oval, mit grossem runden Kern versehen, mit im frischen Zustande deutlicher Membran, und entweder ganz homogenem wasserhellem Inhalte oder mit Körnchen zum Theil ausgefüllt, welche öfter ein starkes Lichtbrechungsvermögen, wie Fetttröpfchen besitzen. Kölliker hat auffallender Weise diese Gebilde als Zellen nicht anerkennen wollen, sondern glaubte nur freie Kerne zu sehen. Allerdings ist die Zellmembran, von welcher übrigens Robin bereits eine Andeutung gehabt hat, oft schwer und überhaupt nur im frischen Zustande, doch auch noch beim Zusatz von Essigsäure und Aetznatron wahrzunehmen. Die runden Kerne dagegen sind sehr resistent, halten sich in allen möglichen conservirenden Flüssigkeiten Jahre lang sehr deutlich, werden stark granulirt und scheinen allerdings an solchen älteren Präparaten direct in der Grundsubstanz zu liegen.

Nach diesen Angaben kann, abgesehen von der mäandrischen Streifung eines Theiles der Intercellularsubstanz, eine Vergleichung des Gewebes der Schwammkörper mit den Bindegewebsgebilden und zunächst mit dem Knorpel nicht ungerechtfertigt erscheinen. Gegen eine solche spricht aber ganz entschieden die chemische Beschaffenheit, zunächst das Verhalten gegen kochendes Wasser und kochende verdünnte Säuren.

Aufkochen in Wasser macht die im frischen Zustande und bei Betrachtung mit blossem Auge fast ganz durchsichtig erscheinenden Schwammkörper undurchsichtig, weiss wie geronnenes Eiweiss. Das Gewebe verdichtet sich, schrumpft etwas ein, wird härter und lässt sich leichter zu dünnen Schnitten verarbeiten. Die wellige Streifung in der vorderen Hälfte hat sich erhalten, von den Zellen sind nur noch die stark glänzenden Kerne deutlich. Das angrenzende Gallertgewebe, welches die hintere Hälfte der Kästchen des electrischen Organes ausfüllt, ist dagegen ganz durchsichtig geblieben. Nach 4—6stündigem Kochen eines Stückes der

electrischen Organe ist im Gewebe der Schwammkörper eine wesentliche Veränderung nicht weiter eingetreten. Schon nach 2stündigem Kochen beginnt das Bindegewebe der Scheidewände sich zu lösen, und bald fällt das ganze Organ in lauter einzelne Plättchen aus einander, welche aus den meist ziemlich gut erhaltenen Nervenausbreitungen und den angrenzenden Schwammkörpern bestehen, die sich auf diese Art von allen angrenzenden Bindegewebsgebilden vollständig isoliren lassen. Während die Intercellularsubstanz etwas trüber geworden, sind von den Zellen nur noch die Kerne sichtbar, die wellige Streifung aber hat sich erhalten. Die Consistenz der geschrumpften Schwammkörper ist eine ziemlich bedeutende. Durch Zerzupfen derselben ergiebt sich jetzt deutlich, dass die eigenthümlichen Liniensysteme der Intercellularsubstanz auf geschichtete, auf kürzere Strecken von einander ablösbare Membranen zurückzuführen sind [1]. Eine geringe Menge von Zwischensubstanz, welche dieselben an einander kittete, scheint durch das anhaltende Kochen gelöst zu sein. Die Plättchen selbst erscheinen theils körnig, theils glashell. Ein ganz ähnliches Verhalten zeigt das electrische Organ beim Kochen in verdünnter Essigsäure. Das Bindegewebe löst sich nur viel schneller als in blossem Wasser, die Schwammkörper mit den Nerven bleiben jedoch auch hier ungelöst zurück. Dagegen übt verdünnte Natronlauge im kochenden Zustande eine lösende Wirkung auf dieselbe aus. Den frischen Schnitt macht Zusatz von kalter Natronlauge durchsichtiger, ein Aufquellen oder Lösen der Balken des Schwammgewebes findet zwar nicht statt, doch schwinden nach längerer Einwirkung die mäandrischen Liniensysteme. Viel resistenter gegen dieses Reagens zeigen sich die vorher in kochendem Wasser erhärteten Schwammkörper.

Geht aus allem diesen mit grosser Wahrscheinlichkeit hervor, dass wir in dem Schwammkörper des electrischen Organes ein aus eiweissartiger Substanz gebildetes Gewebe vor

1) Eine solche Schichtung glaubte auch Leydig (Müll. Arch. 1854 p. 318) als Grund der eigenthümlichen Streifung annehmen zu müssen.

uns haben, so wird dies zur Gewissheit durch die von mir früher zur mikrochemischen Prüfung empfohlene Behandlung mit Zucker und Schwefelsäure. Der frische sowohl wie der gekochte Schwammkörper nimmt durch diese Behandlung eben so wie die angrenzenden Nervenfasern eine intensiv rothe Farbe an, während die Bindegewebsgebilde ungefärbt bleiben.

Durch diese Reactionen wäre denn auch in Verbindung mit den Angaben über die histiologische Beschaffenheit das Eigenthümliche des vorliegenden Gewebes hinreichend erwiesen. Nirgends kennen wir im menschlichen oder thierischen Körper einen Bestandtheil, welcher aus fester, reichlicher Grundsubstanz und eingebetteten Zellen bestehend wie Knorpel, doch chemisch mit den leimgebenden Geweben und allen normalen oder pathologischen Bindegewebsgebilden Nichts gemein hat, sondern exquisit eiweissartiger Natur ist. Nur ein Gewebe können wir dem vorliegenden vergleichen, über welches freilich erst die allerneueste Zeit Aufschlüsse gewährt hat und ein Abschluss noch keineswegs erreicht ist; es ist dasjenige der electrischen Platten der electromotorischen Organe von *Malapterurus*, *Gymnotus*, *Torpedo*, *Mormyrus*. Wie Bilharz [1]) zuerst gezeigt hat, geht bei *Malapterurus* die in jedes Kästchen des genannten Organes eintretende Nervenprimitivfaser in eine Platte über, welche aus einer homogenen Grundsubstanz und sparsam eingebetteten Kernen besteht. Pacini [2]) beschrieb eine mit ersterer vergleichbare Platte von *Gymnotus* und deutete auch für *Torpedo* schon etwas Aehnliches an. Ecker [3]) erkannte endlich verwandte Platten bei *Mormyrus*. Meine Eingangs erwähnten, auf die sämmtlichen hier genannten Fische sich beziehenden Untersuchungen, über welche ein kurzer vorläufiger Bericht in den Abhandlungen der naturforsch. Ges. in Halle (Bd. IV, Heft 2

1) Das electr. Organ des Zitterwelses 1857.

2) Sulla struttura intima dell' organo elettrico del Gimnoto etc. Firenze 1852.

3) Untersuchungen zur Ichthyologie 1857.

u. 3, 1858, Sitzungsberichte aus dem J. 1857, vom 28. Nov.) abgedruckt ist, haben zunächst erwiesen, dass die electrische Platte von *Malapterurus* und das bei *Gymnotus* von Pacini als corpo cellulare beschriebene Gebilde histiologisch unter sich vollständig übereinstimmen, und aus einer eiweissartigen, durch Kochen erhärtenden, durch Zucker und Schwefelsäure roth färbbaren Substanz gebildet sind, welche sich von dem Gewebe des Schwammkörpers von *Raja* nur dadurch unterscheidet, dass die Grundsubstanz noch mehr homogen, fast wasserhell erscheint, und statt der Zellen nur Kerne enthält, wie für *Malapterurus* wenigstens an ganz frischen Präparaten festgestellt werden konnte. Bei *Torpedo*, wo die einzelnen Septa so dünn sind und so dicht auf einander liegen, dass man nicht erwarten darf, ähnlich dicke electrische Platten wie bei *Malapterurus* und *Gymnotus* zu finden, ist doch eine analoge Substanz da, welche die Rückenseite jeden Septum's einnimmt und als „Bindegewebsschicht" von Kölliker beschrieben wurde. Ihr liegen an der Bauchseite die Nervenausbreitungen an. Diese dorsale Schicht jeder Scheidewand ist eine dünne Lage homogener, wenig körniger, eiweissartiger Substanz mit eingestreuten grosskernigen blassen Zellen. Sie entspricht ganz dem Gewebe des Schwammkörpers von *Raja*. Bei *Mormyrus* endlich ist die die Nervenenden aufnehmende electrische Platte wieder der von *Gymnotus* und *Malapterurus* ähnlicher, indem hier in feinkörnige Grundsubstanz nur Kerne eingebettet erscheinen. Nach diesem stehe ich nicht an, mit Berücksichtigung auch der sonstigen Verwandtschaft des Schwanzorganes von *Raja* mit den echten electrischen Organen, das Gewebe des Schwammkörpers dem der electrischen Platten an die Seite zu stellen.

Im Grunde ist dieser Ausspruch nur eine Wiederholung der schon von Robin 1847 aufgestellten Ansicht. Robin nennt das Gewebe des Schwammkörpers Tissu électrique und bezeichnet es als ein eigenthümliches, bei allen electrischen Fischen sich wiederholendes, indem bei *Torpedo, Gymnotus* und *Malapterurus* in den Kästchen der electrischen Organe Scheibchen, disques électriques, aus ein und derselben

Substanz gebildet vorkämen (Robin l. c. p. 242). Ihre eigenthümliche Function sei (l. c. p. 254) „de produire de l'électricité sous l'influence de l'influx nerveux, au même titre que le tissu musculaire a la propriété de se contracter sous l'influence de l'influx nerveux moteur, etc.“ Jedenfalls stützte sich Robin mit der Behauptung, dass alle electrischen Fische ähnliche disques électriques besässen wie *Raja*, auf eigene Untersuchungen, denn nirgends war früher etwas dem Aehnliches bekannt geworden. Um so auffallender ist es, dass dieser Fund nur beiläufig von ihm erwähnt wird und weitere Aussagen über die Beschaffenheit dieser electrischen Platten gänzlich fehlen. Diesem Umstande muss es denn auch zugeschrieben werden, dass keiner der Anatomen, welche sich später mit dem feineren Baue der electrischen Organe beschäftigten, auf die Aussagen Robin's Rücksicht nahm. Unbegreiflich muss es aber erscheinen, wie Kölliker ganz kürzlich nach ausführlicher Untersuchung des Schwanzorganes von *Raja*, der electrischen Organe von *Torpedo* und Ansicht von Spiritusexemplaren des *Malapterurus* und *Gymnotus* behaupten konnte, es finde sich bei den drei letztgenannten Fischen kein Tissu électrique im Sinne Robin's (Kölliker l. c. p. 23). Es ist dasselbe nach dem Vorstehenden bei allen drei Fischen vorhanden.

Die electrische Platte von *Raja* besitzt aber eine Eigenthümlichkeit, welche den entsprechenden Gebilden anderer electrischen Fische abgeht. Es ist dies die eigenthümliche mäandrische Linienzeichnung, welcher bereits mehrfach Erwähnung gethan wurde und über welche noch Einiges zu bemerken übrig ist. Die mäandrischen Liniensysteme des vorderen Theiles des Schwammkörpers lassen sich am besten im ganz frischen Zustande des Organes untersuchen, sie erhalten sich aber auch nach der Behandlung mit Chromsäure, doppelt chromsaurem Kali, Sublimat, Alkohol, Holzessig, Goadby'scher Flüssigkeit, in denen allen der Schwammkörper, vorausgesetzt, dass die Flüssigkeiten nicht zu verdünnt angewandt wurden und nur kleinere Stücke des Organes ent-

hielten, Monate lang seine Structur unverändert zeigt. Wie sich durch längeres Kochen in Wasser dieser Theil des Schwammkörpers in Lamellen spalten liess, welche in ihrer Schichtung das streifige Ansehn bedingten, so beobachtet man ein Gleiches nach längerer Maceration in dünneren Lösungen der oben angeführten conservirenden Flüssigkeiten. Die isolirten Lamellen zeigen auch auf der Fläche oft eine äusserst feine netzförmige Zeichnung, deren Ursache mir unbekannt geblieben ist. Sie erinnert an die feinsten Nervennetze der vorderen Fläche des Schwammkörpers. Die Untersuchung des Verlaufes dieser Lamellen ist sehr schwer. Ein Theil derselben streicht oft der genannten Fläche des Schwammkörpers parallel, andere erheben sich in einer Richtung senkrecht auf diese und biegen bald wieder bogenförmig um. Es sind immer Gruppen von Lamellen, welche eine Strecke denselben Verlauf einhalten, dann aber oft nach verschiedenen Richtungen aus einander weichen, indem sich neue zwischen dieselben einschieben. So entsteht auf Längsschnitten eine Zeichnung, wie Fig. 3 sie wiederzugeben versucht, die aber an jeder anderen Stelle des Schwammkörpers wieder anders gefunden wird. Im frischen Zustande sah ich die Linien nicht bis in die Balken des löcherigen Theiles des Schwammkörpers hineinreichen. Doch scheinen sich verschiedene Species von *Raja* in diesem Punkte verschieden zu verhalten. Sie hörten bei *Raja clavata* immer ganz allmählig sich verlierend in der hier feinkörnigen Intercellularsubstanz auf. Durch Behandlung mit Liquor conservativus oder Sublimatlösung nimmt jedoch ein Theil dieser feinkörnigen Substanz auch noch ein gestricheltes Ansehn an, so dass jetzt die Liniensysteme sich weiter nach hinten erstrecken, als im frischen Zustande sichtbar war. Robin meinte[1]), dass die beschriebenen Linien überhaupt erst bei Zusatz von Alkohol oder Wasser zum Vorschein kämen; das ist, wie Leydig und Kölliker schon erwiesen, nicht der Fall, gilt für einen Theil derselben jedoch in der eben angeführten Weise.

---

1) Ann. d. sc. nat. 3. sér. 1847, tom. VII, p. 255.

Wir verliessen die Nervenausbreitungen oben mit der Beschreibung der bereits zum Schwammkörper zu rechnenden vordern feinkörnigen, mit eingebetteten Zellen versehenen Schicht, und suchten nachzuweisen, dass diese nichts als eine weitere Verfeinerung des Netzes der vorhergehenden Schichten, oder eine flächenhafte Ausbreitung der Nervensubstanz selbst sei. Ihre Zellen gleichen, wie jetzt nachzutragen, denen der hinteren Partien des Schwammkörpers vollständig, die Granulirung der Intercellularsubstanz ist aber eine grobkörnigere als die der Balken des Schwammkörpers, sie gleicht mehr derjenigen, welche die Substanz des vorhergehenden feinen Nervennetzes bei nicht hinreichend starken Vergrösserungen dem Beschauer darbietet, d. h. es sind stärkere Unterschiede in der Lichtbrechung zwischen den Körnchen und der Zwischensubstanz, als sie in der weit feiner granulirten Substanz der Balken existiren.

Wie geht nun aus dieser Masse die mäandrisch gezeichnete, lamellös geschichtete Schwammkörpersubstanz hervor? Es ist ein directer Zusammenhang beider da, aber eben in diesem Zusammenhange liegt das Schwierige, eine genügende Antwort auf diese Frage zu geben.

Es wurde oben erwähnt, dass die dem Schwammkörper unmittelbar anliegenden Nervenausbreitungen sich in dünne, der vorderen Fläche des letzteren parallele, im natürlichen Zustande also in einer Verticalebene ausgebreitete Platten spalten lassen, deren eine ein gröberes, die andere ein feineres Netz darstellen. Auf letztere folgt, wie auch bereits angeführt wurde, die äusserste granulirte Lage des Schwammkörpers, welche auch mit den stärksten Vergrösserungen zwar nicht mehr als Netzwerk erkannt werden konnte, dennoch aber als eine weitere Verfeinerung des Nervennetzes der vorhergehenden Schicht, aus der sie unmittelbar hervorgeht, betrachtet wurde, sich von derselben aber durch die in ziemlich grossen Abständen eingebetteten ovalen Zellen unterschied. Auch diese Schicht nun lässt sich von der folgenden Abtheilung des Schwammkörpers abspalten, entweder für sich, oder in Verbindung mit den Nervennetzen. Sie grenzt

unmittelbar an die mäandrisch gezeichnete Intercellularsubstanz. Von ihr löst sie sich aber nicht rein ab, sondern stets mit den ersten Anfängen der folgenden so eigenthümlich geschichteten Substanz, der Art, dass sie nach dem Abspalten horizontal gelegt und von ihrer hinteren Oberfläche betrachtet stets einen Anflug der mäandrischen Liniensysteme zeigt. Diese nun erheben sich unmittelbar und allmählig aus der körnigen Intercellularsubstanz, und zwar in der Weise, dass es scheint, als legten sich die vorher ungeordneten Körnchen zu Linien zusammen, die eine Strecke noch körnig sind, dann aber als scharfe Striche weiter verlaufen. Solche Bilder, welche einen allmähligen Uebergang der feinkörnigen Intercellularsubstanz in die lamellös geschichtete andeuten, geben auch die Längsschnitte des Organes. Auf solchen sieht man, wie oben angeführt wurde, streckenweise die Linien der vorderen Grenze des Schwammkörpers parallel verlaufen, öfter aber ist der Verlauf ein unregelmässig gebogener, ja einzelne Gruppen der Linien stellen sich senkrecht gegen die Oberfläche des Schwammkörpers. An diesen nun ist wieder die allmählige Hervorbildung aus der körnigen Intercellularsubstanz deutlich.

Nach den an gekochten und macerirten Schwammkörpern angestellten Zerlegungsversuchen haben wir als Ursache der eigenthümlichen Streifung der Schwammkörpersubstanz über einander geschichtete Lamellen zu betrachten. Dieselben konnten, wenn auch nur auf kurze Strecken, isolirt werden. Zwischen den Lamellensystemen fanden sich Zellen eingelagert, denen der nicht geschichteten Balken des Schwammkörpers gleichend. Die feinkörnige Intercellularsubstanz der Balken, darüber kann kein Zweifel sein, setzt sich continuirlich in die geschichtete des soliden Theiles des Schwammkörpers fort, ebenso wie wir den feinkörnigen vordern Ueberzug des Schwammkörpers, der seinerseits wieder mit den Nervennetzen im innigsten Zusammenhange steht, in die geschichtete Substanz verfolgen konnten. Die Ansicht, welche demnach über die Structur des Schwammkörpers gewonnen, ist die, dass die Intercellularsubstanz des Schwamm-

körpers eine directe Fortsetzung der Nerven sei, welche vor ihrem Uebergange in erstere in Form feinster Netze auftreten, die sich dann unter Wegfall der Maschen zu einer soliden Masse umwandeln. Diese solide Nervenmasse ist theils in Plättchen spaltbar als Wiederholung der schon in den Netzen ausgesprochenen Tendenz zur Plättchenbildung, theils feinkörnig solide. Welche Bedeutung die in die Intercellularsubstanz eingebetteten Zellen haben, bleibt dabei vor der Hand ganz dunkel; möglich, dass sie nur genetisch wichtig sind, indem unter ihrem Einfluss als ein Secret derselben die umgebende Substanz ihren Ursprung nahm.

Wenn nach diesem der Schwammkörper nicht bloss in seinem chemischen und histiologischen Verhalten, sondern auch in seinem Zusammenhange mit Nerven durchaus den electrischen Platten der electromotorisch wirksamen Organe der *Gymnotus*, *Malapterurus* und *Torpedo* entspricht, so wäre jetzt wohl ein Grund mehr gewonnen, electromotorische Kräfte auch in diesem Organe vorauszusetzen, und möchte nach der gegebenen Darstellung des feineren Baues die Aussage der Fischer, welche James Stark[1]) zur Entdeckung des hier beschriebenen Organes führte, dass man nämlich beim Anfassen des Schwanzes eines lebendigen Rochen einen electrischen Schlag erhalte, glaubwürdiger erscheinen, als von mancher Seite behauptet worden ist. Die Richtung des Stromes würde in solchem Falle im Organ von vorn nach hinten gehend zu vermuthen sein, nach der Analogie von *Torpedo*, *Gymnotus* und *Malapterurus*, bei welchen Fischen sich constant diejenige Seite, welcher die mit den Nerven in Verbindung stehenden Oberflächen der electrischen Platten zugekehrt sind, negativ gegen die entgegengesetzte gezeigt hat.

1) Annals and Mag. of nat. hist. vol. XV, p. 121.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Längsschnitt des electrischen Schwanzorganes von *Raja clavata* in seinem vorderen, zwischen den Blättern des Musculus sacrolumbalis verborgenen Ende bei 3maliger Vergrösserung. Die sehnigen Zwischenblätter des Muskels setzen sich als freie Bänder über die Oberfläche des Muskels fort, um mit der inneren Oberfläche der Haut des Schwanzes zu verschmelzen.

Fig. 2. Längsschnitt aus der Mitte des electrischen Schwanzorganes von *Raja clavata*, wo dasselbe frei unter der Haut liegt, ebenfalls bei 3maliger Vergrösserung. Der vorderen Wand jeden Kästchens liegt, wie in der vorigen Figur, die electrische Platte (der Schwammkörper) an.

Fig. 3. Längsschnitt einer der electrischen Platten (Schwammkörper), vorn mit den ans der bindegewebigen Scheidewand stammenden Nerven in Verbindung, hinten an das gallertige Bindegewebe grenzend, welches den übrigen Raum des Kästchens ausfüllt. Vergr. 300.

Fig. 4. Theil der Nervenausbreitung, welche an der vorderen Fläche jeden Schwammkörpers sich befindet, nach einem Schnitt gezeichnet, welcher der vorderen Fläche des Schwammkörpers parallel gelegt war, doch die Oberfläche des letzteren selbst etwas schief getroffen hatte; a. mäandrisch gezeichnete Schwammkörpersubstanz, b. vordere granulirte Grenze derselben, an die feinen Nervennetze c. stossend; d. gröbere Nervennetze weiter nach vorn. Vergr. 300.

Versuche und Betrachtungen über Muskelcontractilität.

Von

A. W. Volkmann.

(Hiezu Taf. X.)

Ich habe in diesem Archiv 1857 p. 27 und in den Berichten über die Verhandlungen der Königl. Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften 1856 Beobachtungen mitgetheilt, welche die bekannten Untersuchungen E. Weber's über die Muskelthätigkeit zu ergänzen bestimmt waren. Dieselben bestätigen Weber's Angaben, soweit sie sich auf Thatsachen beziehen, vollständig, aber sie erregen Bedenken gegen die Zulässigkeit seiner theoretischen Betrachtungen, indem sie auf Erscheinungen aufmerksam machen, die sich denselben nicht fügen wollen. Obschon das Gefühl der persönlichen und wissenschaftlichen Hochachtung, welches ich für Weber hege, mir viel zu natürlich ist, als dass es sich in meinen beiden Mittheilungen hätte verleugnen können, so scheint mein geehrter Freund gleichwohl durch die Bekanntmachung derselben verstimmt zu sein und hat in den Leipziger Berichten eine Kritik veröffentlicht, welche unter dem Einflusse dieser Verstimmung abgefasst sein dürfte [1]).

---

1) E. F. Weber kritische und experimentelle Widerlegung der von Volkmann gegen die Untersuchungen des Verfassers über die Elasticität der Muskeln aufgestellten Einwürfe und Beobachtungen a. a. O. 1856 p. 167.

Er behauptet, dass ich bei Berechnung der Muskeldehnbarkeit ein falsches Verfahren befolge und wirft mir vor, dass meine Beobachtungen, weil sie unter falschen Verhältnissen angestellt seien, zu unhaltbaren Resultaten führen. Vorwürfe wie diese und andere, die mir gemacht werden, unbeantwortet lassen, hiesse einräumen, dass ich unvorsichtig, gedankenlos und ohne Sachkenntniss gearbeitet, Zugeständnisse, zu denen ich mich um so weniger veranlasst fühle, als ich beweisen zu können glaube, dass in der Streitfrage zwischen mir und Weber das Recht vollkommen auf meiner Seite ist.

Vor Allem die Frage: worum handelt es sich? Bekanntlich hat Weber die Hypothese vertheidigt, die Bewegung der Muskeln werde durch elastische Kräfte und zunächst nur durch diese vermittelt. Er nimmt an, der thätige Muskel habe als solcher eine ihm zukommende oder natürliche Form, welche sich durch geringere Länge und grössere Dicke von der des ruhenden Muskels unterscheide. Diese Form des thätigen Muskels werde durch die Elasticität hergestellt, sobald die Ruhe der Fasern in Thätigkeit umschlage, und werde durch eben dieselbe vertheidigt, sobald äussere Kräfte sie angreifen. Mittels der elastischen Kraft, wird weiter angenommen, kann der Muskel auch Gewichte heben, und ist hierzu nur nöthig, dass jene Kraft, welche die natürliche oder kurze Form des thätigen Muskels herzustellen strebt, mehr leiste als die Zugkraft des Gewichtes, welches ihn zu verlängern sucht. Daher der Lehrsatz: die Grösse des Gewichtes, welches der thätige Muskel heben kann, hängt, wenn die natürliche Form desselben gegeben ist, von der Grösse seiner Elasticität ab. (Muskelbewegung in R. Wagner's Wörterbuch III. B. p. 111.)

Folgt man diesem Gedankengange, so stellt sich die Länge eines belasteten thätigen Muskels als eine zweigliedrige Grösse dar, bestehend aus der natürlichen Länge des thätigen Muskels und einem durch die Dehnung bewirkten Zuschusse zu derselben. Natürlich hängt dann die Grösse dieses Zuschusses zunächst nur von zwei Umständen, nämlich von der Grösse des Gewichtes und von der Grösse der elastischen

Kraft ab. Die Aufgabe der Experimentalphysiologie wird hiernach eine rein physikalische. Sie hätte im Allgemeinen das Gesetz zu entwickeln, nach welchem ein Muskel bei zunehmender Belastung verlängert wird, und im speciellen Falle den Elasticitätsmodulus desselben nachzuweisen. Von einer specifischen Contractilität der Muskelfasern wäre gar nicht mehr die Rede, also auch davon nicht, dass die Bewegung der Muskeln eine Resultante aus Contractilität und Elasticität sei, wie wohl die Mehrzahl der Physiologen bis dahin annahm. Die Aufgabe der Physiologie schiene demnach einer ausserordentlichen Vereinfachung fähig, und Niemand ist bereiter als ich, anzuerkennen, dass Weber's Versuch eine solche herbeizuführen ein sehr ingeniöser war.

Aber auch ingeniöse Hypothesen können sich als unhaltbar erweisen, und die Physiologie hat das Recht und die Verpflichtung zu fragen, durch welche Gründe Weber die seine stützte. Wer auf die Beantwortung dieser Frage näher eingeht, dürfte finden, dass von einer speciellen Begründung der Grundansichten in der Weber'schen Arbeit nur wenig die Rede ist. Vielmehr wird die Behauptung, dass der Muskel durch Elasticität und zunächst nur durch diese wirke, aus allgemeinen Principien abgeleitet, und die Trennbarkeit der Elasticität und Contractilität wird als eine den physikalischen Grundbegriffen widerstreitende abgefertigt.

Der Gedankengang Weber's dürfte folgender sein[1]: „Man nennt Elasticität bei einem festen Körper die Ursache der inneren Kräfte, welche den äusseren auf den Körper wirkenden Kräften (Anziehung der Erde, Druck- und Zugkräfte an der Oberfläche) Widerstand leisten. Hiernach hängen alle inneren Kräfte zunächst von der Elasticität ab, was

1) Bemerkt werde, dass der nachstehende Passus, abgesehen von ein paar ganz unwesentlichen Wortveränderungen, aus einem Briefe Wilhelm Weber's an mich entnommen ist. Ich hoffe durch Mittheilung seines Schreibens etwaigen Missverständnissen von meiner Seite am sichersten vorzubeugen, indem ich annehmen darf, dass die Ansichten des berühmten Physikers und Bruders für E. Weber als massgebend gelten.

nicht hindert, dass die Elasticität selbst wieder von anderen Ursachen abhängig gemacht werde, z. B. von den Reizen. Reize modificiren die Elasticität und durch dieselbe die elastischen Kräfte ebenso wie die Temperatur. Sowie man aber bei einem elastischen Drahte nicht unterscheiden kann zwischen Temperaturspannung und elastischer Spannung des Drahtes, sondern die ganze Kraft der Spannung zunächst auf Rechnung der Elasticität setzen muss, die aber selbst wieder in Abhängigkeit von der Temperatur steht, ebenso darf man nicht beim Muskel zwischen contractiler und elastischer Kraft unterscheiden, sondern muss stets die ganze Kraft der Muskelspannung zunächst auf Rechnung seiner Elasticität setzen, kann letztere aber sehr wohl nach gewissen Gesetzen der Contractilität von der Reizung der Muskeln abhängig denken. — Wenn man ein Gewicht an einem Draht aufhängt, alsdann aber das Gewicht unterstützt, so dass der Draht von dem Gewichte gar nicht gespannt wird, so kann man es durch Abkühlung des Drahtes dahin bringen, dass derselbe, bei unveränderter Länge, das ganze Gewicht trägt. Es ist nun physikalisch unzulässig, die Kraft, welche der Draht dann ausübt, Temperaturkraft zu nennen, sondern diese Kraft muss als elastische bezeichnet werden, die aber nicht von der ursprünglichen Elasticität, sondern von der durch den Temperatureinfluss hervorgebrachten Elasticitätsveränderung abhängt.“

Bei aller Hochachtung vor der Quelle, aus welcher diese Darstellung geflossen, muss ich bekennen, dass sie mich keineswegs überzeugt hat. Dass man zwischen Kräften der Temperaturspannung und elastischen Spannung nicht unterscheiden könne, ist mir einleuchtend, dass man aber eben so wenig zwischen contractiler und elastischer Kraft des Muskels unterscheiden dürfe, ist eine Behauptung, die ich für unbegründet halte. Offenbar würden wir zwischen beiden Kräften unterscheiden müssen, wenn jede derselben einem andern Gesetze folgte, und ich wüsste nicht, welche physikalischen Grundansichten uns zwingen könnten, anzunehmen, dass beide Kräfte demselben Gesetze folgten.

Man stelle sich vor, durch die Windungen einer Spiralfeder werde ein elektrischer Strom geleitet. Dann werden die verschiedenen Windungen gegen einander gezogen, aber nicht durch Vermittelung ihrer elastischen Kraft, sondern trotz dieser. Denn die Elasticität widersetzt sich jener Annäherung. So könnte die Contractilität den Muskel verkürzen, im Widerspiel gegen die elastische Kraft, welche ihrerseits die natürliche Form des Muskels, d. h. diejenige, welche er vor der gewaltsamen Verkürzung hatte, zu erhalten bemüht wäre [1]).

Wer sich der schönen Entdeckungen Dubois Reymond's erinnert, wird zugeben müssen, dass der Gedanke, elektrische und contractile Kräfte der Muskeln zu identificiren, uns nicht mehr zu fern liege; gleichwohl hat das Beispiel, welches ich im Vorstehenden aufführte, mehr nicht als ein Beispiel dessen sein sollen: was mit physikalischen Kräften sich leisten lasse.

Die Ansicht, dass alle Muskelbewegung zunächst von der Elasticität ausgehe, ist also mehr nicht als eine Hypothese, welche noch der Bestätigung bedarf. Weber hat seine zahlreichen Erfahrungen über Muskelthätigkeit bereits im Sinne jener Ansicht geordnet, und hat die Zulässigkeit derselben in vielen Fällen mit Klarheit nachgewiesen. Gleichwohl findet sich schon in seinem Erfahrungsmaterial Manches, was der Elasticitätstheorie keineswegs günstig ist. Indem dies bisher ganz unberücksichtigt geblieben, dürften einige Andeutungen hierüber wohl am Platze sein.

Um mit dem minder Wichtigen zu beginnen, so ergiebt sich aus den Versuchen Weber's, dass das Verhältniss der Länge des belasteten Muskels zu der des unbelasteten im Zustande der Thätigkeit grösser ist, als im Zustande der Ruhe. Hieraus wird consequenter Weise geschlossen, dass

---

1) Dieses schlagende Beispiel suppeditirte mir Helmholtz, welcher nach einem ausführlichen Gespräche über die vorliegende Streitfrage mir vollkommen beistimmte, dass eine Trennung der contractilen und elastischen Kräfte in den Muskeln den physikalischen Grundbegriffen nicht widerspreche.

der Muskel beim Uebergange aus dem Zustande der Ruhe in den der Thätigkeit dehnbarer werde, oder, was dasselbe sagt, an elastischer Kraft verliere. Nun soll aber der Hypothese zufolge die elastische Kraft diejenige sein, welche die Verkürzung des Muskels vermittelt. Bedenkt man, dass der Zweck des Muskels eben der ist, durch Verkürzung seiner Fasern Bewegung zu vermitteln, so prätendirt die Weber-sche Lehre, dass der Organismus in dem Augenblicke, wo es sich um Bewegung handelt, die bewegende Kraft abschwäche. Ich habe, ohne aus meinem Urtheile weitere Folgen abzuleiten, ein solches Verhalten des Organismus ein unzweckmässiges genannt. Weber replicirt hiergegen, dass er meine Betrachtung nicht von jenen trivialen teleologischen Betrachtungen zu unterscheiden wisse, mit welchen so grosser Missbrauch getrieben worden, dass man teleologische und exacte Naturbetrachtung fast als einen Widerspruch anzusehen pflege.

Ich finde in dieser Entgegnung nur den Ausdruck einer, wie ich hoffe, vorübergehenden Verstimmung des Verfassers, und habe keine Veranlassung, meine Ansicht zurückzunehmen. Ist die Bestimmung des Muskels die, sich zu contrahiren, wie unzweifelhaft, und ist die Elasticität die Kraft, durch welche die Contraction zu Stande kommt, wie Weber versichert, so wäre es ohne Widerrede etwas Zweckwidriges, wenn die Elasticität in dem Momente, wo sie die Contraction vermitteln sollte, eine Verminderung erführe. Nun ist mir nicht eingefallen zu behaupten, dass um dieser Zweckwidrigkeit willen die Weber'sche Hypothese schlechthin unmöglich sei; denn es lässt sich denken, dass die Vernachlässigung eines uns sichtbaren Zweckes die Grundbedingung der Erreichung eines wichtigern, uns nicht sichtbaren, enthielte; wohl aber scheint mir jene Zweckwidrigkeit zu beweisen, dase die Weber'sche Hypothese nicht so glatt und so fertig ist, dass man sie pure zu acceptiren habe. Im Allgemeinen findet sich das Princip der Zweckmässigkeit in der Anordnung organisirter Körper so festgehalten, dass, wo wir auf vermeinte Zweckwidrigkeiten stossen, ein Zweifel

darüber, ob die Natur aus der Noth eine Tugend gemacht, oder ob wir sie missverstanden, vollkommen am Orte sein dürfte. — So viel zur Erläuterung meines Bedenkens, dem ich selbst keine grosse Wichtigkeit beigelegt habe. Weit erheblicher ist Folgendes.

Nach Weber's Darstellung ist die Länge L eines belasteten thätigen Muskels von drei Bedingungen abhängig: 1) von seiner natürlichen Gestalt oder natürlichen Länge l, 2) von seinen elastischen Kräften e, und 3) von dem Belastungsgewichte p. Wenn man also Versuche in der Weise einrichtete, dass die Belastungsgewichte sich änderten, während die beiden anderen Bedingungen der Muskellänge, nämlich e und l, sich gleich blieben, so würden die Messungen des belasteten thätigen Muskels uns belehren, wie die Länge L mit der Belastung wachse, oder mit anderen Worten: sie würden das Gesetz der Dehnbarkeit ergeben.

Weber hat nun Versuche angestellt, welche dieser Aufgabe genügen sollen. Um nämlich die Werthe e und l als constante betrachten zu dürfen, obschon dieselben von der Ermüdung abhängen, ordnet er die Versuche in der Weise, dass seiner Meinung nach die verschiedenen Ermüdungseinflüsse sich durch Rechnung gegen einander ausgleichen lassen. Wäre dieses Verfahren ausreichend, die zu einer Versuchsreihe gehörigen Messungen vergleichbar zu machen, wie Weber annimmt, so wären seine Versuche auch geeignet, uns über das Gesetz der Dehnbarkeit thätiger Muskeln aufzuklären. Bemerken wir beiläufig, dass eine Aufklärung der Art von der Elasticitätstheorie allerdings verlangt werden muss. Denn da wir die Elasticität nur aus Versuchen über die Dehnbarkeit kennen, so kann von einer Ableitung der Muskelbewegung aus elastischen Kräften, so lange das Gesetz der Dehnbarkeit unbekannt ist, nicht die Rede sein.

Eine vollkommen gerechtfertigte Skepsis veranlasst uns zu der Frage: lassen die von Weber gefundenen Werthe der Dehnbarkeit voraussetzen, dass er das Gesetz der Dehnbarkeit auch wirklich gefunden? Diese Frage müsste sofort verneint werden, wenn die Dehnbarkeit unorganischer Körper

für die Muskeln massgebend wäre. Bekanntlich ist erstere innerhalb der Elasticitätsgrenzen constant, das will sagen: gleiche Zuwüchse der Belastung verursachen gleiche Verlängerungen. Für die Muskeln gilt jedoch dieses Gesetz, nach Weber's ausdrücklicher Angabe, nicht, vielmehr sollen die relativen Verlängerungen mit zunehmender Belastung stets abnehmen.

Die Brauchbarkeit der von Weber gemachten Versuche über die Dehnbarkeit der Muskeln ist also durch das Gesetz der Dehnbarkeit unorganischer Körper nicht controlirbar. Das Gesetz der Muskeldehnbarkeit wird erst gesucht, und die von uns aufgeworfene Frage: entsprechen die von Weber gemachten Messungen dem Gesetze der Dehnbarkeit? muss demnach vielmehr so gestellt werden: folgen die von Weber gemessenen Werthe der Dehnbarkeit einem nachweislichen Gesetze und erhalten sie durch dasselbe die nöthige Beglaubigung? Dies ist nicht der Fall. Indem ich hierauf Gewicht lege, sind die Ansprüche, welche ich an den Nachweis eines Gesetzes mache, äusserst mässige. Ich verzichte auf mathematische Präcision in diesem Nachweise vor der Hand gänzlich, und verlange mehr nicht, als dass die Veränderungen der Dehnbarkeit, die caeteris paribus von den Gewichten abhängen soll, irgend welche Tendenz erkennen lassen, eine Tendenz, die, gleichviel welche, durch die Versuchs- und Beobachtungsfehler, die freilich nicht fehlen können, hindurchschimmert. Aber auch dies ist nicht der Fall.

Wenn man die von Weber gefundenen Werthe der Dehnbarkeit als Ordinaten auf die Abscisse der Gewichte aufträgt, so erhält man Curven, welche die Richtung ihres Ganges wiederholt wechseln, und wenn man Curven, die an demselben Muskel, nur bei verschiedenen Ermüdungsgraden, erhalten wurden, auf demselben Curvenpapier verzeichnet, so erhält man durchaus unähnliche Linien, welche sich in auffallendster Weise schneiden und kreuzen. Um dies deutlich zu machen, habe ich Weber's Tabelle über den Verlauf der Dehnbarkeit in thätigen Muskeln (s. p. 114 seiner Monographie) benutzt, um Curven zu zeichnen. Die Distanz der

Striche dieses Curvenpapiers hat für die Gewichte die Bedeutung von 0,5 Gramm, für die Dehnbarkeit den Werth von 0,001 der Längeneinheit des Muskels, nach welcher die Dehnung bemessen wurde. Wenn demnach Weber angiebt, die Dehnbarkeit des Muskels habe bei 7,5 Grammen Belastung 0,0127 betragen, so erhebt sich die Curve in meiner graphischen Darstellung 12,7 Theilstriche über die Abscisse. Die zu jeder Curve beigeschriebene Nummer bezeichnet die zu derselben gehörige Ermüdungsstufe, nach Weber's Angabe, so dass die Curve Nr. 8 die Werthe der Dehnbarkeit eines Muskels angiebt, welcher in sämmtlichen Parallelversuchen in gleicher Weise von der Ermüdung ergriffen zu denken ist, als er es bei dem 8ten Versuche der bezüglichen Reihe war. Die Curven für Ermüdungsstufe Nr. 38 und Nr. 43 habe ich weggelassen, um nicht durch Aufzeichnung zu vieler sich kreuzender Linien die Uebersichtlichkeit zu stören, dagegen habe ich unter der Bezeichnung u. M. noch eine Curve für die Dehnbarkeit des unbelasteten Muskels aufgenommen, die des Vergleiches wegen mir wichtig schien. Dieselbe repräsentirt die von Weber p. 113 mitgetheilten mittleren Werthe der Dehnbarkeit des ruhenden Muskels nach Berichtigung der in der bezüglichen Tabelle vorkommenden Rechnungsfehler.

Der flüchtigste Blick auf meine Tafel lehrt, dass weder die verschiedenen Curven, welche unter differenten Ermüdungseinflüssen an demselben Muskel gewonnen wurden, unter einander übereinstimmen, noch auch die einzelnen Curven, welche die Dehnbarkeit bei constanter Ermüdung repräsentiren, den einmal begonnenen Verlauf festhalten. Von einer Gesetzlichkeit im Gange der Dehnbarkeit ist gar keine Spur vorhanden, und inwiefern ein Ausdruck derselben in den Curven allerdings erwartet werden durfte, sind sie der Annahme, dass man es mit Wirkungen elastischer Kräfte und nur mit solchen zu thun habe, ungünstig.

Sind Bedenken wie die eben erörterten nicht wohl abzuweisen, so dürfte eine Wiederaufnahme und weitere Ausdehnung der von Weber begonnenen Untersuchungen im Interesse der Wissenschaft sein.

Nach zahlreichen und sicheren Experimenten, die ich angestellt habe, muss ich annehmen, dass der Muskel durch die Last, die er hebt, nicht nur äusserlich, sondern auch innerlich, das will sagen in seinen Molecularverhältnissen, verändert werde. Diese Veränderung ist möglicher Weise analog, aber keinesfalls gleich gewissen Veränderungen, die schon Weber berücksichtigt und als Folgen der Ermüdung aufgeführt hat.

Wenn man an demselben Muskel eine Reihe von Reizversuchen anstellt, so variiren die Erscheinungen mehr oder weniger, auch wenn die äusseren Bedingungen derselben sich gleich bleiben. Die Verkürzung der Fasern wird allmählig geringer, die Bewegung langsamer, das Heben von Gewichten schwieriger. Diese Veränderungen haben also einen derartigen Verlauf, dass sie in der Folgenreihe der Versuche zunehmen. Mit jedem neuen Veruche entsteht ein Zuwachs zu den schon vorhandenen Veränderungen, und in wiefern man das Gesetz desselben kennt, ist es möglich, Versuche, die unter merklich verschiedenen Einflüssen entstanden, mit Hülfe der Rechnung vergleichbar zu machen.

Ganz anderer Art sind gewisse Veränderungen des Muskels, die meinen Versuchen zufolge in der Anstrengung des Contractionsactes ihren Grund haben. Diese Veränderungen bestehen selbstständig neben den vorigen, wie zunächst der Umstand beweist, dass sie nach Ausgleichung der von Weber berücksichtigten Ermüdungseinflüsse übrig bleiben. Ihr wichtigstes Merkmal ist eben, dass sie im Verlaufe einer und derselben Muskelcontraction entstehen und wieder verschwinden. Um dieser Eigenthümlichkeit willen müssen sie vorläufig von den Veränderungen der Ermüdung gesondert bleiben, und nur an letztere hat man zu denken, wenn von Ermüdung im Nachfolgenden die Rede ist.

Die Versuche, welche das Vorkommen so eigenthümlicher Verhältnisse bewiesen, hatte ich so eingerichtet, dass belastete thätige Muskeln unter Umständen verglichen wurden, welche in allen Beziehungen gleich und nur darin verschieden waren, dass das Aufheben des Gewichtes in dem einen

Falle eine Erleichterung erfuhr, die in dem andern Falle nicht eintrat. Diese Erleichterung wurde durch Abkürzung der Hubarbeit vermittelt. Ich liess denselben Muskel sich zweimal hinter einander contrahiren, und sorgte dafür, dass er im ersten Falle während der ganzen Dauer der Contraction, im zweiten Falle nur während eines Theiles dieser Dauer das Gewicht zu heben hatte, und verglich dabei die Längen der Fleischfasern im Maximum ihrer Verkürzung.

Hierbei fand ich ohne Ausnahme, dass der Muskel im zweiten Versuche stärker verkürzt wurde als im ersten. Dies Resultat ist vollkommen entscheidend. Denn, wie schon Weber gezeigt, hat die Ermüdung, welche durch mehrere auf einander folgende Contractionen entsteht, den Einfluss, die Hubhöhen des Muskels zu vermindern. Hiernach hätte der Muskel in einem zweiten Versuche sich weniger verkürzen sollen als im ersten. Er contrahirte sich aber im zweiten mehr, bisweilen beträchtlich mehr, und diese grössere Verkürzung, die trotz der wachsenden Ermüdung sich geltend macht, sie kann nur davon abgeleitet werden, dass Erleichterung der Hubarbeit die Contraction begünstigt. Natürlich kann man den Ausdruck auch umkehren und sagen: die grössere Länge des thätigen Muskels im ersten Versuche, in welchem er nach Massgabe seiner geringeren Ermüdung um ein Mehreres hätte verkürzt sein müssen, war eine Folge der anhaltenderen und darum schwereren Arbeit.

Ich ersuche den Leser, sich nicht entgehen zu lassen, was Weber entgangen, dass bei dem so eben beschriebenen Experimentalverfahren eine derartige Anordnung der Versuche nicht nöthig ist, wie solche zu einer Ausgleichung der Ermüdungseinflüsse erfordert werden würde. Die von Weber benutzte Ausgleichungsmethode ist unter Umständen recht schätzbar, aber nie mehr als ein mangelhafter Nothbehelf. Meine Versuche sind so geordnet, dass die von der Ermüdung ausgehenden, nie ganz ausgleichbaren, Störungen zur festern Begründung meines Lehrsatzes verwendet werden können. Ich will beweisen, dass die mit dem Contractionsacte verbundene Anstrengung die Verkürzung des Muskels beein-

trächtige. Um den Beweis vollkommen bündig zu machen, experimentire ich also in der Weise, dass Contractionen, welche meiner Behauptung nach die ausgiebigern sein müssen, auf Versuche fallen, in welchen sie, nach Massgabe der Ermüdung, geringfügiger sein sollten. Dabei ergiebt sich, dass selbst unter diesen ungünstigsten Verhältnissen der Einfluss der Anstrengung auf die Muskelverkürzung, in der von mir angegebenen Weise, bemerklich bleibt.

An diese Bemerkung über die Methode meiner Versuche schliesst sich eine zweite. Es ist zum Beweise des Einflusses der Arbeit auf die Muskellängen weiter nichts nöthig, als eine Reihe von Versuchen anzustellen, in welchen abwechselnd dem Muskel eine schwerere und eine leichtere Arbeit zugemuthet wird. Es sind weder Parallelversuche über den Einfluss verschiedener Gewichte, noch über die Länge des unbelasteten thätigen Muskels erforderlich, wenn es sich um weiter nichts handelt, als zu ermitteln, ob die Hubarbeit und im specielleren Falle deren Dauer, einen Einfluss auf die Contractionsgrössen habe, wie ich behaupte, oder nicht habe.

Ich habe in Müller's Archiv 1857 vier Experimentalmethoden beschrieben, welche der Kürze wegen mit den Buchstaben a, b, c, d bezeichnet wurden, Methoden, welche auch bei constanter Belastung des Muskels die Grösse seiner Arbeit in der Reihenfolge der vorstehenden Buchstaben vermindern. In dem bezüglichen Aufsatze sind nur die Resultate meiner Untersuchungen angegeben, nicht die Beobachtungen selbst vorgelegt; ich will nun, da die Beweiskraft derselben angefochten wird, wenigstens einige derselben zur Beurtheilung vorlegen.

Bei der einen Methode, die ich mit a bezeichne und welche Weber in allen seinen Versuchen benutzte, wird die Länge eines thätigen Muskels gemessen, welcher schon vor dem Versuche belastet worden und welcher in Folge dessen eine Dehnung erfahren, die ihn über sein natürliches Mass verlängert hat. Bei Anwendung der b Methode wird der Muskel zwar ebenfalls schon vor der Reizung belastet, aber die unnatürliche Verlängerung desselben wird durch Anbringung

einer geeigneten Stütze unter dem Belastungsgewichte verhindert. Sollten nun beide Muskeln im Zustande der Verkürzung dieselbe Länge gewinnen, so müsste der a Muskel beträchtlich mehr arbeiten, denn er müsste das ihm angehangene Gewicht nicht nur eben so hoch heben, als der b Muskel, sondern um den Werth seiner erlittenen Verlängerung höher. Beide Versuche unterscheiden sich also dadurch, dass dem a Muskel mehr Arbeit zugemuthet wird als dem b Muskel, worauf es nach dem Plane der Untersuchung eben ankommt. Wir werden, um jede Art der Ungleichheit aus den Versuchen auszuschliessen, mit demselben Muskel arbeiten, werden bei constanter Belastung die beiden Methoden abwechselnd anwenden und zusehen, ob die Veränderung der Arbeitsgrösse, die wir vornehmen, die Längen des thätigen Muskels influenzire oder nicht.

Eine derartige Versuchsreihe, die ich Herrn Professor Weber auf seinen Wunsch mittheilte, ist in der nachstehenden Tabelle enthalten. Als Muskel diente die Zunge eines sehr grossen Frosches. Ich hing dieselbe neben dem Cylinder des Myographion an einem Häkchen auf, indem ich mich der Glottis, die ich an der Zunge sitzen liess, als Henkel bediente. Am untern Ende der Zunge, von welcher indess die sich gabelförmig theilende Spitze abgetragen ist, wird der Federhalter angebunden, welcher mit seiner Spitze jede Bewegung des Muskels auf dem berussten Cylinder graphisch darstellt. Nachdem ich den Federhalter, von 2,7 Gramm Schwere, am untern Ende der Zunge befestigt, messe ich deren Länge und benutze dieselbe als die natürliche Länge des Muskels. Bemerkt werde, dass überall, wo ich im Folgenden von unbelasteten Muskeln spreche, ein durch den anhängenden Federhalter beschwerter gemeint ist [1]). Gereizt wurde mit dem Inductionsapparate von Dubois, aber nicht

1) Ich überlasse es dem Leser zu bedenken, bei welchen Fällen er auf diese kleine Belastung des Muskels zu reflectiren habe. In der von mir behandelten Frage, ob die Länge des thätigen Muskels durch die a und b Methode influenzirt werde, ist die constante Zugkraft des Federhalters etwas Gleichgültiges.

durch Tetanisirung, sondern durch einmaliges Oeffnen der Kette. Das Weitere ergiebt sich aus der Tabelle:

Versuchsreihe I.

Beobachtung.	Belastung.	Länge des Muskels ruhend.	Länge des Muskels thätig.	Hubhöhe.	Methode.
	Gramm.	Mm.	Mm.	Mm.	
1	0	55,0	39,4	15,6	—
2	10	55,0	49,2	5,8	b
3	10	71,5	65,6	5,9	a
4	10	59,2	52,95	6,25	b
5	10	72,3	67,9	4,4	a
6	10	59,85	53.95	5,9	b
7	10	72,7	68,0	4,7	a
8	10	60,5	54,5	6,0	b
9	10	73,0	69,75	3,25	a
10	10	61,75	56,05	5,7	b
11	0	60,9	44,4	16,5	—

Die Tabelle zeigt, dass die Längen des thätigen Muskels beträchtlich differiren und in den a Versuchen um Vieles grösser als in den b Versuchen ausfallen. Was ist die Ursache dieses Unterschiedes? Sie kann weder in der Belastung gesucht werden, denn diese ist constant, noch in der Ermüdung, denn selbst im 10ten Versuche, welcher nach dem Schema der b Methode ausgeführt wurde, ist die Länge des thätigen Muskels viel geringer als im 3ten Versuche, bei welchem die a Methode in Anwendung kam. Es bleibt nichts übrig, als an die Arbeitsgrössen zu denken, denn nur diese differiren, während alle übrigen Bedingungen des Versuches entweder sich gleich sind, wie der Muskel und die Gewichte, oder wenn sie ungleich sind, wie die Ermüdungszustände, gerade die entgegengesetzten Phänomene bewirken müssen, als die wahrgenommenen.

Ueber diesen Versuch äussert sich Weber p. 188 wie folgt: „Es fällt in dieser Tafel zunächst auf, dass nicht nur die Längen des thätigen Muskels in der 4ten Columne dem beigesetzten a oder b entsprechend beträchtlich differiren, sondern dass das in gleichem Masse auch von den Längen des ruhenden Muskels in der 3ten Columne gilt, ungeachtet

jene Methoden auf diese letzteren Messungen principiel keinen Einfluss ausüben können. Bei genauerer Betrachtung erkennt man aber, dass die jedesmal b gegenüber liegenden Längen des ruhenden Muskels, ungeachtet der beigesetzten Belastung von 10 Gramm, genau Uebergangsgrössen der Anfangs- und Schlussmessung bei 0 Gr. Belastung sind. Es scheint demnach, dass Volkmann jene Stützung des Gewichtes nicht nur bei den Messungen des thätigen, sondern auch des ruhenden Muskels für nöthig erachtet hat, wobei es denn freilich auch gleichgültig ist, ob 0 Gr. oder 10 Gr. aufgelegt werden. Keinesfalls durften dann aber die Längen des ruhenden Muskels, welche bei 10 Gr. Belastung bald mit bald ohne Stützung gewonnen wurden, als gleichartige betrachtet und zur Rechnung benutzt werden, was Volkmann bei Berechnung der nebenstehenden Hubhöhen gethan hat."

Diese Kritik enthält von Anfang bis zu Ende nichts als Missverständnisse und beweist, wie wenig es Weber der Mühe werth geachtet, über meine Arbeit nachzudenken. Es scheint, sagt Weber, dass Volkmann jene Stützung des Gewichtes nicht nur bei den Messungen des thätigen, sondern auch des ruhenden Muskels für nöthig erachtet hat. — Hierauf ist zu antworten, dass mir nie eingefallen ist, die Stützung des Gewichtes bei Messungen des thätigen Muskels für nöthig oder auch nur für möglich zu halten, während andrerseits die Stützung desselben im ruhenden b Muskel nicht als ein Schein betrachtet werden kann, da dies, der ausdrücklichen Definition zufolge, in der b Methode immer geschieht und mit Bezug auf den Zweck meiner Untersuchung geschehen musste. — Weber fährt fort, dann freilich sei es gleichgültig, ob dem ruhenden Muskel ein Gewicht von 10 Gr. oder gar keins angehangen worden. — Hierauf entgegne ich: gleichgültig war dies insofern allerdings, als 10 Gr., wenn sie gestützt sind, so wenig als 0 Gr. die natürliche Form des ruhenden Muskels in eine unnatürliche umwandeln, was in Weber's a Versuchen geschieht und angegebenermassen vermieden werden sollte; aber keineswegs gleichgültig war es insofern, als nur, wenn dem ruhenden b Muskel 10 Gr. an-

gehangen und gleichzeitig von unten her gestützt wurden, die aufgeworfene Frage: ob a und b Methode zu gleichen Resultaten führten, gelöst werden konnte! — Keineswegs, fährt Weber fort, dürften dann die Längen des ruhenden Muskels, welche bei 10 Gr. Belastung bald mit bald ohne Stützung gewonnen wurden, als gleichartige Grössen betrachtet und zur Rechnung benutzt werden, was Volkmann bei Berechnung der daneben stehenden Hubhöhen gethan hat.

Wohin diese Einwürfe zielen, dürfte schwer zu sagen sein. Niemand kann besser wissen als ich, dass ein ruhender Muskel, der nach Weber's Methode in die Länge gezerrt worden, etwas Anderes ist, als ein nach meiner Methode, nämlich durch Stützung des Gewichtes, in seiner natürlichen Form belassener; denn die Parallelversuche mit der a und b Methode sind von mir eben nur in der Absicht ersonnen und ausgeführt worden, um die Ungleichartigkeit in den Bedingungen beider nachzuweisen und die erheblichen Folgen, die hieraus für die Muskelbewegung resultiren, darzustellen. Nachdem ich zuerst erwiesen, dass ein ausgedehnter und nicht ausgedehnter Muskel sich nicht bloss während der Ruhe, sondern auch im Maximum der Contraction durch ihre Längen unterscheiden — und ferner gezeigt hatte, dass Weber in Unbekanntschaft mit diesem Unterschiede aus seinen Versuchen an gezerrten Muskeln Folgerungen ableitet, die auf nicht gezerrte keine Anwendung gestatten, nach allem diesen begreife ich nicht, wie man mir vorwerfen könne, ich behandle jene Grössen als gleichartige. Weiter benutze ich die von mir angeblich für gleichartig gehaltenen Grössen keineswegs zum Berechnen der Hubhöhen. Vielmehr sind diese durch die Linien, welche der sich contrahirende Muskel am Kymographion selbst verzeichnet, direct gegeben. Sie stehen, wenn auch nicht schwarz auf weiss, doch weiss auf schwarz auf dem berussten Papiere, mit welchem der Cylinder überzogen ist, und brauchen nur gemessen zu werden.

Mit Vorstehendem ist Weber's Kritik meines Versuches noch nicht geschlossen, vielmehr findet er den Hauptverstoss desselben in dem Umstande, dass ich den Federhalter am

Ende der Zunge befestigt habe. Dadurch wird, wie Weber meint, die Contraction, auf deren Messung es ankommt, wesentlich gestört. Ich werde auf die Beleuchtung dieses Vorwurfes später zurückkommen, und will jetzt, um die Darstellung nicht aufzuhalten, Versuche vorlegen, auf welche das von Weber erregte Bedenken keine Anwendung leidet.

Ich benutze also in der nächstfolgenden Versuchsreihe den Musculus hyoglossus eines grossen, frisch eingefangenen Frosches, welcher frei präparirt und da, wo er in der Zunge sich ausbreitet, abgeschnitten ist. Der Federhalter, diesmal nur 1,2 Gr. schwer, wird am Ende desselben angebunden und wie im vorigen Versuche mit Inductionsschlägen gereizt.

Versuchsreihe II.

Beobachtung.	Belastung.	Länge des Muskels ruhend.	Länge des Muskels thätig.	Hubhöhe.	Methode.
	Gramm.	Mm.	Mm.	Mm.	
1	0	36	18,6	17,4	—
2	4	36	23,6	12,4	b
3	0	36	18,8	17,2	—
4	4	44	27,8	16,2	a
5	0	36	19,4	16,6	—
6	12	36	29,0	7	b
7	0	36	20,2	15,8	—
8	12	47	39	8	a
9	0	36	20	16	—
10	12	36	29,8	6,2	b
11	0	36	19,8	16,2	—
12	4	44,9	29,5	15,4	a
13	0	36,3	20,6	15,7	—
14	4	36,3	24,8	11,5	b
15	0	36,0	20,2	15,8	—
16	4	44,7	30,0	14,7	a
17	0	36,0	20,9	15,1	—
18	12	36,1	30,4	5,7	b
19	0	36,0	21,6	14,4	—
20	12	47,4	40,0	7,4	a
21	0	36,1	21.4	14,7	—
22	12	36,0	30,9	5,1	b
23	0	36,0	22,1	13,9	—
24	4	45,0	31,3	13,7	a
25	0	36,2	21,8	14,4	—

Beobachtung.	Belastung.	Länge des Muskels ruhend.	thätig.	Hubhöhe.	Methode.
	Gramm.	Mm.	Mm.	Mm.	
26	4	36.1	26,1	10	b
27	0	36,2	21,5	14,7	—
28	4	45	31,4	13,6	a
29	0	36	22	14	—
30	12	36,1	31,6	4,5	b
31	0	36,2	22	14,2	—
32	12	47,6	41,9	5,7	a
33	0	36,2	22,8	13,4	—
34	12	36,1	32,1	4	b
35	0	36,3	22,7	13,6	—
36	4	45	32,7	12.3	a
37	0	36,1	23,1	13	—
38	4	36,2	27,8	8,4	b
39	0	35,8	22,8	13	—
40	4	44,9	33,5	11,4	a
41	0	36	23,8	12,2	—
42	12	36	33,4	2,6	b
43	0	36	24,9	11,1	—
44	12	47,5	43,5	4	a
45	0	36,3	24,3	12	—
46	12	36,1	34,2	1,9	b
47	0	36	24,2	11,8	—
48	4	45,1	34,1	11,0	a
49	0	36	25	11	—
50	4	36.1	29,9	6,2	b
51	0	36	24,6	11,4	—

Auch in dieser langen Versuchsreihe, in welcher das, was Weber als Fehler meiner Methode bezeichnet, vermieden wurde, zeigt sich, dass bei gleicher Belastung der thätige a Muskel stets und merklich länger ist, als der b Muskel. Dies lässt sich, auch ehe man die Versuche auf gleiche Ermüdungsstufen gebracht hat, leicht übersehen. Für alle die Fälle, wo der a Versuch früher angestellt ist, als der correspondirende b Versuch (vgl. z. B. Versuch 12 und 14, oder 16 und 18), ergiebt sich dies aus den Längenwerthen unmittelbar. In den Fällen freilich, wo der a Versuch dem b Versuche folgt (vgl. z. B. Versuch 2 und 4, oder 6 und 8), könnte fraglich sein, ob die grössere Länge des a Muskels nicht eine Folge der Ermüdung sei. Indess zeigt sich die Unzulässigkeit einer solchen Vermuthung augenblicklich, wenn man berück-

sichtigt, dass die in meiner Versuchsreihe eintretenden Ermüdungseffecte viel zu gering sind, um die grossen Längenunterschiede des a und b Muskels bewirken zu können. Der unbelastete Muskel (d. h. der nur mit dem Federhalter von 1,2 Gr. Schwere belastete) verlängert sich in 50 Versuchen, vom 1sten bis zum 51sten, nur um 6 Mm., der mit 4 Gr. belastete b Muskel verlängert sich in 48 Versuchen, vom 2ten bis zum 50sten, nur um 6,3 Mm. u. s. w. Hiernach muss die von der Ermüdung ausgehende Verlängerung in 2 Versuchen, welche nur durch einen einzigen dazwischen gelegenen getrennt sind, kaum merklich und jedenfalls sehr viel kleiner als der zwischen dem a und b Muskel bemerkliche Längenunterschied sein [1]).

Noch anschaulicher wird aber der Einfluss der a und b Methode, wenn man die Versuche der vorstehenden Reihe auf gleiche Ermüdungsstufen reducirt. Dies ist in nachstehender Tabelle geschehen. Sämmtliche Versuche lassen sich in 4 Gruppen zusammenstellen, deren Ermüdungsgrad annäherungsweise dem der 8ten, 20sten, 32sten und 44sten Beobachtung entspricht.

Längen des thätigen Muskels

Ermüdung.	unbelastet.	mit 4 Gr. belastet.		mit 12 Gr. belastet.	
		b Muskel.	a Muskel.	b Muskel.	a Muskel.
	Mm.	Mm.	Mm.	Mm.	Mm.
8	19,7	24,20	28,65	29,4	39,0
20	21,2	25,45	30,65	30,65	40,0
32	22,3	26,95	32,05	31,85	41.9
44	24,1	28,85	34,30	33,80	43,5

1) Die ausserordentliche Kleinheit der Ermüdungseffecte und ihr wenigstens relativ gleichmässiges Fortschreiten im Verlaufe der Zeit sind nur zu erzielen, wenn man den Muskel durch Inductionsschläge reizt, nicht wenn man ihn tetanisirt. Für das Studium der Muskelbewegung sind beide Umstände sehr wichtig. Aber freilich lassen sich Untersuchungen über die Längen zuckender Muskeln nur am Myographion ausführen. Für die Unentbehrlichkeit dieses wichtigen Instruments für die weitere Ausbildung der Muskellehre könnte ich viele Belege angeben.

Das Resultat der zahlreichen Versuche bestätigt meine Angaben auf das vollständigste. Ein schlagender Beweis für den auffallenden Einfluss der verglichenen Versuchsmethoden auf die Muskelbewegung liefert der Umstand, dass bei gleicher Ermüdung der mit 12 Gr. belastete b Muskel fast genau eben so lang ist, als der nur mit 4 Gr. belastete a Muskel.

Die nächstfolgende Versuchsreihe ist mit einem Oberschenkelmuskel des Frosches (vielleicht semitendinosus?) angestellt. Die Muskelfasern liegen vollkommen parallel und sind von gleicher Länge. Sie setzen sich an jedem Ende an einer Sehne an, welche zur Befestigung des Muskels benutzt wurde. Selbstverständlich fallen nun alle die Einwürfe, welche Weber gegen meine Benutzung der Froschzunge machte, weg. Zum Reizen wurden Inductionsschläge benutzt. Das Weitere ergiebt sich aus der Tabelle.

Versuchsreihe III.

		Länge des Muskels			
Versuch.	Belastung.	unthätig.	thätig.	Hubhöhe.	Muskel.
	Gramm.	Mm.	Mm.	Mm.	
1	0	39	31,8	7,2	—
2	20	39,5	33,9	5,6	b
3	20	44	37,7	6,3	a
4	20	40,6	35,2	5,4	b
5	0	40,5	33	7,5	—
6	20	40,3	35,3	5	b
7	20	44,3	38,3	6	a
8	20	41,2	35,7	5,5	b
9	0	41	33,5	7,5	—
10	20	41,5	36	5,5	b
11	20	44,6	38,9	5,7	a
12	20	41,4	37,4	4,0	b
13	0	41,9	34,9	7,0	—
14	20	41,4	37,3	4,1	b
15	20	44,5	39,6	4.9	a
16	20	41,6	37,8	3,8	b
17	0	42,2	35,4	6,8	—
18	20	41,8	37,9	3,9	b
19	20	44,6	40,1	4,5	a
20	20	42,4	38,6	3,8	b
21	0	41,6	36,0	5,6	—

Versuch.	Belastung.	Länge des Muskels unthätig.	thätig.	Hubhöhe.	Muskel.
	Gramm.	Mm.	Mm.	Mm.	
22	20	41,6	38,3	3,3	b
23	20	44,5	40,5	4,0	a
24	20	42	39	3,0	b
25	0	42	36,5	5,5	—
26	20	41,6	39	2,6	b
27	20	44,6	41,2	3,4	a
28	20	42.2	39,6	2,6	b
29	0	42,1	37,3	4,8	—

In der nachstehenden Tabelle sind diese Versuche auf gleiche Ermüdungsstufen zurückgeführt, auch habe ich, um ihre Beziehung zur Weber'schen Elasticitätslehre hervorzuheben, in den letzten beiden Columnen die relativen Werthe der Dehnbarkeit des a und b Muskels aufgenommen.

Anlangend die Berechnung dieser Werthe, so beruhet sie ganz einfach darauf, dass man die Verlängerung, welche der Muskel durch das ihm angehangene Gewicht erfährt, mit seiner Länge vor erfolgter Dehnung dividirt.

Ermüdung.	Längen des thätigen Muskels unbelastet.	d. b Muskels.	d. a Muskels.	Dehnbarkeit. b Muskel.	a Muskel.
	Mm.	Mm.	Mm.	Mm.	Mm.
3	32,4	34,55	37,7	0,066	0,163
7	33,25	35,5	38,3	0,067	0,152
11	34,2	36,7	38,9	0,073	0,137
15	35,2	37,55	39,6	0,067	0,125
19	35,7	38,25	40,1	0,071	0,123
23	36,25	38,65	40,5	0,066	0,117
27	36,9	39,3	41,2	0,065	0,116

Nachdem sich auch in dieser Versuchsreihe meine Angaben vollständig bestätigt haben, will ich eine vierte mittheilen, in welcher der Muskel nicht durch Inductionsschläge gereizt, sondern tetanisirt wurde. Zu diesem Zwecke wurde der Schlitten von Dubois benutzt. Als Muskel dient wieder der Hyoglossus des Frosches, welcher frei präparirt und mit dem von der Zunge abgelösten Ende an den Federhalter angebunden wird. Das in der ersten Hälfte des Ver-

suchs henutzte Gewicht von 20 Gramm wird in der zweiten Hälfte (vom 12ten Versuche an) gegen 5 Gramm vertauscht, auch wird der Reiz von da an durch weiteres Uebereinanderschieben der Inductionsrollen verstärkt.

Versuchsreihe IV.

Versuch.	Länge des Muskels ruhend.	Länge des Muskels thätig.	Hubhöhe.	Muskel.	Bemerkungen.
	Mm.	Mm.	Mm.		
1	42	29	13	b	Belastung mit 20 Gramm, schwach tetanisirt. (Versuche 1–11)
2	54,25	44,05	10,2	a	
3	45,3	35,3	10	b	
4	55	46,2	8,8	a	
5	47	39,6	7,4	b	
6	56	49	7	a	
7	47,25	41,5	5,75	b	
8	56,25	51,25	5	a	
9	47,75	44,38	3,37	b	
10	56,25	52,75	3,5	a	
11	48	46,3	1,7	b	
12	42,5	24,1	18,4	b	Belastung mit 5 Gramm, kräftiger tetanisirt. (Versuche 12–22)
13	47,5	25,8	21,7	a	
14	42.25	27	15,25	b	
15	46	29	17,0	a	
16	42,25	29,95	12,3	b	
17	46,5	32,5	14,0	a	
18	42	33,75	8,25	b	
19	46,5	37,5	9	a	
20	42	38,5	3,5	b	
21	46,4	41,5	4,9	a	
22	42	42	0	b	

Auch bei Tetanisirung des Muskels bestätigt sich, dass die Länge des thätigen a Muskels beträchtlich grösser ist, als die des b Muskels. Um dies zu finden ist nicht nothwendig, eine Reduction der Versuche auf gleiche Ermüdung vorzunehmen, obschon die Anordnung der Beobachtungen eine solche gestattet. Der sicherste Beweis für die Richtigkeit meiner Behauptung liegt in dem Umstande, dass die Länge des a Muskels ohne Ausnahme grösser ist als die des b Muskels im nächstfolgenden Versuche, obschon sie, mit Bezug auf die Ermüdungseinflüsse, kleiner sein sollte.

Es dürfte überflüssig sein, die empirischen Unterlagen zu

meinen Behauptungen noch mehr zu häufen, obschon ich Versuchsreihen, die den vorstehenden entsprechen, in sehr grosser Anzahl vorlegen könnte. Dagegen ist wichtig zu zeigen, wie die vorgelegten Beobachtungen den Beweis ihrer Glaubhaftigkeit in sich selbst tragen. Mit Bezug hierauf ist Folgendes zu bemerken.

Wenn man Längenmessungen an belasteten thätigen Muskeln anstellt, so wird man auch bei Benutzung desselben Muskels und eines constanten Reizes verschiedene Grössen erhalten. Der Muskel ermüdet nämlich im Verlaufe der Versuche, zieht sich in Folge dessen immer weniger zusammen und wird also immer länger. Belastet man überdies den Muskel mit verschiedenen Gewichten, so unterscheiden sich die Längen der thätigen Muskeln, auch mit Bezug auf die Grösse der erlittenen Dehnung. Der Längenunterschied eines und desselben Muskels in zwei verschiedenen Versuchen wird also der Summe $D \mp E$ gleich sein, wenn wir mit E die Verlängerung bezeichnen, welche in dem später angestellten Versuche durch die Ermüdung bedingt ist, mit D aber die Verlängerung, welche von der Zugkraft des schwereren Gewichts abhängt.

Gesetzt, die Länge des thätigen Muskels wüchse wie die Zahl der Versuche, eine Hypothese, mit welcher die Möglichkeit einer Ausgleichung der Ermüdungseffecte steht und fällt, so wäre die von der Ermüdung abhängige Verlängerung $= m \cdot e$, wenn e die von einem Versuche abhängige Verlängerung und m die Zahl der Versuche bedeutet, welche zu dem Entstehen jener Verlängerung Anlass geben.

Man kann nun auf dem Wege der Gleichung den Einfluss der Ermüdung und Dehnung aus 3 gegebenen Fällen berechnen und prüfen, in wieweit die gefundenen Werthe zu anderen, analogen Fällen passen. Gegeben sei in Versuch 1 die Länge des unbelasteten thätigen Muskels mit 1, ferner in Versuch 2 die Länge des mit p belasteten Muskels $= \lambda$, und endlich in Versuch 3 die Länge eines wiederum mit p belasteten Muskels $= \lambda'$. Bezeichnen wir weiter den Grössenun-

terschied $\lambda - 1$ mit u und den Grössenunterschied $\lambda' - 1$ mit u', so hat man

$$\begin{array}{l} u' = D + 2e \\ u = D + e \\ \hline u' - u = e \text{ und } D = 2u - u'. \end{array}$$

Offenbar muss nun der gefundene Werth e zur Berechnung der Verlängerung jedes Falles passen, welcher zu der Gruppe von Versuchen gehört, deren verschiedene Ermüdungszustände mit Hülfe der Weber'schen Methode gegen einander ausgeglichen werden sollen. Denn dieses Ausgleichungsverfahren stützt sich ja eben auf die Voraussetzung, dass ein erster Versuch a, der um m Fälle früher angestellt wurde als der Versuch b, um eben so viel weniger von der Ermüdung angegriffen sei als der Schlussversuch c, der um m Versuche später angestellt wurde als b, mehr angegriffen ist als b.

Ich habe nun die sämmtlichen Versuche der oben mitgetheilten Versuchsreihe II benutzt, um einerseits den mittleren Werth der Ermüdung, andrerseits die mittleren Werthe der Dehnungen zu ermitteln, welche nicht nur nach Maassgabe der Belastung mit 4 oder 12 Gramm, sondern mit Rücksicht auf die a und b Methode verschieden ausfallen. Dabei fand sich:

Die Verlängerung des Muskels durch Ermüdung für einen einzelnen Fall = 0,12 Mm., die Dehnung bei 4 Gr. Belastung, und Anwendung der b Methode = D^b = 4,54 Mm. — Die Dehnung bei 4 Gr. Belastung und Anwendung der a Methode = D^a = 9,59 Mm. Die Dehnung bei 12 Gr. Belastung und Anwendung der b Methode = D^{1b} = 9,8 Mm. Die Dehnung bei 12 Gr. Belastung und Anwendung der a Methode = D^{1a} = 19,28 Mm. Unter Dehnung ist aber die mittlere Verlängerung des belasteten thätigen Muskels im Vergleich zur mittleren Länge des unbelasteten thätigen Muskels verstanden.

Die Länge eines thätigen Muskels würde nun zu berechnen sein nach der Formel: $1 + me + D$, wenn 1 die Länge des unbelasteten thätigen Muskels im ersten Versuche und m die Ordnungszahl des zu berechnenden Versuches $- 1$ bedeutet. Um das Gesagte an einem Beispiele zu erläutern,

so soll die Länge des thätigen Muskels im 38sten Versuche berechnet werden. Dieselbe ist, wenn wir für $l + m \cdot e + D^b$ die gegebenen Werthe einsetzen = 18,6 + 37 · 0,12 + 4,54 = 27,58 Mm. In der Tabelle findet sich 27,80.

Controle der Versuchsreihe II.

Versuch.	Länge des Muskels beobachtet.	Länge des Muskels berechnet.	Differenz.
	Mm.	Mm.	Mm.
1	18,6	—	
2	23,6	23,26	− 0.34
3	18,8	18,84	+ 0,04
4	27,8	28,55	+ 0,75
5	19,4	19,08	− 0,32
6	29,0	29,00	0,00
7	20,2	19,32	− 0,88
8	39,0	38,72	− 0,28
9	20,0	19,56	− 0,44
10	29,8	29,48	− 0,32
11	19,8	19,8	0,00
12	29,5	29,51	+ 0,01
13	20,6	20,04	− 0,56
14	24,8	24,7	− 0,10
15	20,2	20,28	+ 0,08
16	30,0	29,99	− 0,01
17	20,9	20,52	− 0,38
18	30,4	30,44	+ 0,04
19	21,6	20,76	+ 0,16
20	40.0	40,16	+ 0,16
21	21,4	21,0	− 0,40
22	30,9	30,92	+ 0,02
23	22,1	21,24	− 0.86
24	31,3	30,95	− 0,35
25	21,8	21,48	− 0,32
26	26,1	26,14	+ 0,04
27	21,5	21,72	+ 0,22
28	31,4	31,12	− 0,28
29	22,0	21.96	− 0,04
30	31,6	31,88	+ 0,28
31	22	22,20	+ 0,20
32	41,9	41,91	+ 0,01
33	22,8	22,44	− 0,36
34	32,1	32,36	+ 0,26
35	22,7	22,68	− 0,02
36	32,7	32,39	− 0,31
37	23,1	22,92	− 0,18
38	27,8	27,58	− 0,22
39	22,8	23,16	+ 0,36
40	33,5	32,87	− 0,63
41	23,8	23,4	− 0,40
42	33,4	33,32	− 0,08
43	24,9	23,64	− 0,26
44	43,5	43,04	− 0,46
45	24,3	23,28	− 0,42
46	34,2	33,80	− 0,40
47	24,2	24,12	− 0,08
48	34,1	33,83	− 0,27
49	25,0	24,36	− 0,64
50	29,9	29,02	− 0,88
51	24,6	24,60	0,00

Die Abweichung der berechneten Zahlen von den gefundenen beträgt im Mittel 0,27 Mm., und da der thätige Muskel in den 51 Versuchen der 2ten Versuchsreihe eine mittlere Länge von 26,09 Mm. besitzt, so ist der Fehler der Längenmessungen, wiederum im Mittel, nicht grösser als $^1/_{96}$! — Wer sich die Mühe nehmen will, die dritte meiner Versuchsreihen zu berechnen, wird eine ähnliche Uebereinstimmung

zwischen den beobachteten und berechneten Längen finden. Hiermit glaube ich bewiesen zu haben, dass die von mir angestellten Messungen das vollste Vertrauen verdienen[1]). Meine Behauptung, dass der b Muskel bei gleicher Belastung sich mehr verkürze als der a Muskel, beruht auf unumstösslichen Thatsachen, jeder richtig angestellte Versuch bestätigt sie.

Die empirischen Beläge zu meiner c Methode will ich, um Zeit und Raum zu sparen, übergehen. Betrachten wir sofort die Ergebnisse der d Methode. Das Wesentliche derselben besteht darin, dass der Muskel nicht während der ganzen Zeit seiner Contraction, sondern nur während eines Theiles derselben mit dem Gewichte belastet ist. Ich vermittle dies auf folgende Weise: die Gewichte sind mit Henkeln versehen, ungefähr wie ein Henkelkörbchen. Unter dem Federhalter ist die schon beim b Versuche erwähnte Stütze angebracht. Dieselbe besteht aus einem Tischchen, welches mittels einer Schraube in der Richtung des Perpendikels verstellbar ist. Bei dieser Einrichtung kann ich nach Gutdünken dem Gewichte eine solche Stellung geben, dass dessen Henkel auf dem Häkchen des Federhalters aufsitzt, dann erhalte ich bei Reizung des Muskels einen b Versuch, oder ich kann das Gewicht auch so stellen, dass zwischen dem Henkel und dem Häkchen ein freier Raum bleibt (ich nenne ihn Flucht), dann erhalte ich einen d Versuch. Erst nachdem der Muskel sich soweit verkürzt, dass Häkchen und Henkel zusammentreffen, entwickelt er seine Tragkraft.

Ich werde nun durch Vorlegung von Versuchen beweisen, was ich bisher nur als Resultat meiner Erfahrungen bekannt gemacht, dass ein Muskel sich um so mehr verkürzt, je mehr dem gehenkelten Gewichte Flucht gegeben und je mehr hiermit die Arbeit des Hebens erleichtert wird. Die in den Tabellen vorkommende Bezeichnung Flucht = 0 bedeutet: dass

---

1) Ich ersuche den Leser, sich dieser Controle meiner Versuche zu erinnern, wenn ich später eine Versuchsreihe Weber's vorlegen werde, welche die Widerlegung meiner Angaben zur Aufgabe hat. Man vergleiche also in seinen und meinen Versuchen die Grösse der vorkommenden Fehler.

der Henkel auf dem Häkchen aufsitzt und dass also ein b·Versuch vorliegt. In der nächstfolgenden Versuchsreihe ist der Federhalter von 2,7 Gr. Schwere am Ende der Zunge selbst angebunden. Gereizt wird mit Inductionsschlägen. Länge der Zunge = 60 Mm., Belastung in allen Versuchen = 5 Gr.

Versuchsreihe V.

Versuch	Grösse d. Flucht.	Hubhöhe.	Länge d. thätigen Musk.
	Mm.	Mm.	Mm.
1	0	9,75	50,25
2	9,75	10,4	49,6
3	10,75	11,25	48,75
4	11,75	11,75	48,25
5	12,75	12,9	47,1
6	13,75	13,7	46,3
7	14,75	15,0	45,0
8	15,75	16,0	44,0
9	16,75	17,0	43,0
10	17,75	17,0	43,0

Das Resultat der Versuchsreihe ist vollkommen klar. Statt im Verlaufe der Versuche immer länger zu werden, wie dies mit Rücksicht auf die Ermüdung erwartet werden musste, wird der Muskel allmählig immer kürzer. Als offenbare Ursache der zunehmenden Verkürzung ergiebt sich die allmählig abnehmende Grösse der Arbeit.

Obschon der Einwurf, welchen Weber gegen die Befestigung des Federhalters am Ende der Zunge erhebt, auf die d Versuche gar keine Anwendung leidet, so habe ich doch auch Versuche anstellen wollen, in welchen diese Befestigungsweise vermieden wäre. In der nächstfolgenden Reihe ist also der Federhalter am Ende des frei präparirten M. hyoglossus angebunden. Eine zweite Abänderung des Experimentalverfahrens bestand darin, dass ich zwischen je 2 d Versuche überall einen Versuch mit einem unbelasteten Muskel einschob. Im Uebrigen sind die Bedingungen des Versuches sich gleich geblieben.

Versuchsreihe VI.

Versuch.	Belastung.	Flucht.	Länge des Muskels ruhend.	Länge des Muskels thätig.	Hubhöhe.
	Gramm.	Mm.	Mm.	Mm.	Mm.
1	0	—	44,0	27,5	16,5
2	5	0	44,5	34,5	10
3	0	—	45,0	28,3	16,7
4	5	3	44,8	33,5	11,3
5	0	—	44,4	27,9	16,5
6	5	5	45,1	33,2	11,9
7	0	—	45,1	28,4	16,7
8	5	6	45,5	33,0	12,5
9	0	—	45,5	28,1	17,4
10	5	7	45,6	33,0	12,6
11	0	—	45,8	28,4	17,4
12	5	8	46,1	32,6	13,5
13	0	—	46,0	28,4	17,6
14	5	9	46,1	32,4	13,7
15	0	—	46,6	28,1	18,5
16	5	10	46,1	31,8	14,3
17	0	—	46,4	28,9	17,5

Die Resultate dieser Versuchsreihe stimmen im Wesentlichen mit denen der 5ten vollkommen überein. Obschon die Ermüdung nicht ohne Einfluss ist, denn die Länge des unbelasteten thätigen Muskels wächst im Verlaufe der Reihe um 1,4 Millim., so nehmen demohngeachtet die Längen der d Muskeln mit Vermehrung der Flucht unablässig ab. Man übersieht dies bequem in der folgenden Tabelle, welche sämmtliche Versuche auf acht Ermüdungsstufen zurückführt. Die letzte Columne derselben bestimmt die Grösse der Dehnbarkeit, welche nach dem oben angegebenen Verfahren berechnet ist. Es bedarf kaum der Bemerkung, dass die ausgeworfenen Werthe sich auf kein bestimmtes Mass beziehen, sondern nur die Progression der Dehnbarkeit im Verlaufe der Versuche darstellen.

Reduction der Versuchsreihe VI.

Ermüdungsstufe.	Flucht.	Länge des Muskels unbelastet, ruhend.	Länge des Muskels unbelastet, thätig.	Länge des Muskels belastet, thätig.	Dehnbarkeit.
	Mm.	Mm.	Mm.	Mm.	Mm.
2	0	44,5	27,9	34,5	0,237
4	3	44,8	28.1	33,5	0,203
6	5	45,1	28,15	33,2	0,179
8	6	45,5	28,25	33,0	0,168
10	7	45,6	28,40	33,0	0,158
12	8	46,1	28,40	32,6	0,148
14	9	46,1	28,25	32,4	0,146
16	10	46,1	28,50	31,8	0,115

Diese Versuche beweisen unmittelbarer als die mit Hülfe der a und b Methode angestellten, dass die Dehnbarkeit und folglich die Elasticität des Muskels eine Function der Arbeit ist. Dieses Resultat ist für die Beurtheilung der Weberschen Lehre so wichtig, dass ich noch eine hierher gehörige Versuchsreihe mittheile.

Derselbe wurde wieder am M. hyoglossus eines frisch eingefangenen Frosches angestellt. Der 1,2 Gr. schwere Federhalter wurde am Ende des frei präparirten Muskels angebunden und dieser durch Inductionsschläge gereizt.

Versuchsreihe VII.

Versuch.	Belastung.	Flucht.	Muskellänge ruhend.	Muskellänge thätig.	Hubhöhe.
	Gramm.	Mm.	Mm.	Mm.	Mm.
1	0	—	33	14,7	18,3
2	5	0	32,8	20,9	11,9
3	0	—	32,9	14,9	18
4	5	5	33	18,8	14,2
5	0	—	32,8	14,8	18
6	5	7	33	18,8	14,2
7	0	—	33	15,3	17,7
8	5	5	33	21	12
9	0	—	33	15,2	17,8
10	5	3	33	21,6	11,4
11	0	—	33	17,1	15,9

Versuch.	Belastung.	Flucht.	Muskellänge ruhend.	Muskellänge thätig.	Hubhöhe.
	Gramm.	Mm.	Mm.	Mm.	Mm.
12	5	0	33	22,4	10,6
13	0	—	33	17	16
14	5	3	33	22	11
15	0	—	33	16,5	16,5
16	5	5	33	21,4	11,6
17	0	—	33	17,1	15,9
18	5	7	33	21,5	11,5
19	0	—	33	17,1	15.9
20	5	5	33	21.6	11,4
21	0	—	32,8	17,2	15,6
22	5	3	33	22,5	10,5
23	0	—	33	17,5	15.5
24	5	0	33	23,6	9,4
25	0	—	33	17,5	15,5
26	5	3	32,7	22,8	9.9
27	0	—	33	17,6	15,4
28	5	5	33	22,7	10,3
29	0	—	33	17,6	15,4
30	5	7	33	22,5	10,5
31	0	—	32,6	17,7	14,9
32	5	5	32,6	23	9,6
33	0	—	32,7	18,2	14,5
34	5	3	33	23,6	9,4
35	0	—	33	17,5	15,5
36	5	0	33,2	24,5	8,5
37	0	—	32,8	18,4	14,8
38	5	3	33	23,9	8,3
39	0	—	33	19	14
40	5	5	33	23,7	9,3
41	0	—	33	18	15
42	5	7	33	23,5	9.5
43	0	—	33	19,3	13,7
44	5	5	33	24	9
45	0	—	33	19,3	13,7
46	5	3	32,8	24,5	8,3
47	0	—	33	19,7	13,3
48	5	0	32,7	25,2	7,5
49	0	—	33	19,4	13,6

Auch in dieser Reihe ist jeder Versuch an einem belasteten Muskel von 2 Versuchen an unbelasteten eingeschlossen. Summirt man die Längen der letzteren und dividirt durch 2, so erhält man die Länge, welche der belastete Muskel gehabt haben würde, wenn er nicht belastet worden wäre. Man

erhält also die Länge des belasteten und nicht belasteten thätigen Muskels bei gleicher Ermüdung, und gewinnt durch Subtraction der einen von der andern die durch das Gewicht verursachte Dehnung. Aus dieser ist dann wieder die Dehnbarkeit berechenbar, über deren Veränderungen die nachstehende Tabelle Aufschluss giebt.

Berechnung der Dehnbarkeit aus Versuchsreihe VII.

Ermüdung in Versuch.	Flucht.	Länge des thätigen Muskels		Dehnbarkeit.
		unbelastet.	belastet mit 5 Gr.	
	Mm.	Mm.	Mm.	Mm.
2	0	14,8	20,9	0,412
4	5	14,85	18,8	0,266
6	7	15,05	18,7	0,242
8	5	15,25	21	0,377?
10	3	16,15	21,6	0,337?
12	0	17,05	22,4	0,314
14	3	16,75	22	0,313
16	5	16,80	21,4	0,274
18	7	17,1	21,5	0,256
20	5	17,15	21,6	0,259
22	3	17,35	22,5	0,297
24	0	17,5	23,6	0,349
26	3	17,55	22,8	0,299
28	5	17,6	22,7	0,289
30	7	17,65	22,5	0,275
32	5	17,95	23	0,281
34	3	17,85	23,6	0,322
36	0	17,55	24,5	0,364
38	3	18,7	23,9	0,278
40	5	18,5	23,7	0,281?
42	7	18,65	23,5	0,260?
44	5	19,3	24	0,248
46	3	19,5	24,5	0,256
48	0	19,55	25,2	0,288

Hiernach ist unzweifelhaft, dass die Dehnbarkeit des Muskels von seinem Kraftverbrauche beim Heben abhänge. Mit allmähliger Vergrösserung der Flucht, das heisst mit zunehmender Erleichterung der Hubarbeit wird der Werth der Dehnbarkeit immer geringer, und umgekehrt. Von diesem Gesetze finden sich in der langen Reihe nur ein

paar Ausnahmen, welche ich in der Columne der Dehnbarkeit durch Fragezeichen bemerklich gemacht habe. Um indess den Einfluss der Arbeit auf die Längen der thätigen Muskeln und auf die Dehnbarkeit, die mit diesen Längen zusammenhängt, noch schärfer hervorzuheben, habe ich die Einwirkungen der Ermüdung nach Weber's Methode ausgeglichen.

Nachweis des Einflusses, welchen die Erleichterung der Hubarbeit auf die Länge des thätigen Muskels ausübt.

Ermüdung in Versuch	Länge des Muskels				
	unbelastet.	Flucht = 0.	Flucht = 3.	Flucht = 5.	Flucht = 7.
	Mm.	Mm.	Mm.	Mm.	Mm.
12	16,36	22,40	21,80	21,20	20,15
18	17,06	23,00	22,25	21,50	21,50
24	17,41	23,60	22,65	22,15	22,00
30	17,68	24,05	23,20	22,85	22,50
36	18,13	24,50	23,75	23,35	23,00
42	18,95	24,85	24,20	23,85	23,50
im Mittel	17,60	23,73	22,97	22,48	22,11

Nachweis desselben Einflusses auf die Dehnbarkeit des thätigen Muskels.

Ermüdung in Versuch.	Flucht = 0.	Flucht = 3.	Flucht = 5.	Flucht = 7.
	Mm.	Mm.	Mm.	Mm.
12	0,369	0,332	0,296	0,232
18	0,348	0,304	0,261	0,261
24	0,355	0,301	0,272	0,264
30	0,360	0,312	0,298	0,272
36	0,351	0,310	0,288	0,268
42	0,312	0,277	0,258	0,240

Ich darf die Darstellung der d Methode nicht schliessen, ohne ausdrücklich hervorzuheben, dass in den Resultaten, welche sie liefert, eine gewisse Unbeständigkeit vorkommt. Bisweilen hat die Grösse der Flucht auf die Verkürzung des Muskels den auffallendsten Einfluss, bisweilen ist letzterer kaum merklich. Ich habe Fälle gesehen, wo mit allmähliger

Vergrösserung der Flucht die Contraction in dem Grade wuchs, dass schliesslich die Länge des belasteten thätigen Muskels nur sehr wenig grösser war als die des unbelasteten. Unter solchen Umständen kommt es vor, dass die Dehnbarkeit des thätigen Muskels geringer ist als die des ruhenden. Warum nun die Vergrösserung der Flucht, das heisst also die Erleichterung der Arbeit, die Contractionen bisweilen so auffallend begünstige, während sie in anderen Fällen einen kaum merklichen Einfluss ausübt, davon kann ich den Grund bis jetzt nicht angeben. Vielleicht machen sich individuelle Verschiedenheiten der Muskeln geltend, welche an die Erfahrung Weber's erinnern, dass ein Muskel, der bei geringer Belastung mehr leistet als ein anderer, bei grosser Belastung möglicher Weise weniger leistet als dieser andere. Indess zweifele ich, dass die von mir bemerkten Verschiedenheiten in derartigen individuellen Zuständen der Muskeln ihren alleinigen Grund haben. Es sind mir Zeiten vorgekommen, wo die d Versuche ohne Ausnahme sehr gut gelangen, d. h. ohne Ausnahme den Einfluss der Flucht auf die Grösse der Contractionen sehr merklich machten, während ich mich andrerseits auch solcher Perioden erinnere, wo zahlreiche und hinter einander angestellte Versuche jenen Einfluss nur kümmerlich erkennen liessen. So habe ich während der grossen Hitze des vorigen Sommers öfters vergeblich gearbeitet. Auf jeden Fall hüte man sich, auf das vorkommende Misslingen der Versuche ein grosses Gewicht zu legen. Wenn irgendwo das Princip gilt, dass ein positives Resultat mehr beweist als zehn negative, so ist es hier. Eine Versuchsreihe wie die oben mitgetheilte VII (und ich besitze deren noch zwei fast gleich vorzügliche) beweist durch den strengen Zusammenhang zwischen den Muskellängen und Fluchtgrössen das Dasein einer ursächlichen Beziehung zwischen jenen und diesen ohne Widerrede.

Bei Anstellung und Berechnung aller bisher mitgetheilten Versuche bin ich von zwei Voraussetzungen ausgegangen. Erstens nämlich habe ich mit Weber angenommen, der Längenunterschied des belasteten und nicht belasteten thä-

tigen Muskels sei Folge einer Dehnung, deren Grösse, caeteris paribus, von den elastischen Kräften und nur von diesen abhänge. Zweitens aber habe ich angenommen, dass unter übrigens gleichen Bedingungen die natürliche Länge des thätigen Muskels der Stärke des Reizes entspreche und also bei Anwendung gleicher Reize gleiche Werthe habe.

So lange man an diesem von Weber begründeten Standpunkte festhält, muss man die verschiedenen Längen, welche ein thätiger Muskel, je nach Anwendung der a, b, c oder d Methode, unter übrigens gleichen Bedingungen ausweist, für die Folgen einer verschiedenen Dehnbarkeit ansehen und annehmen: dass die eben genannten Experimentalmethoden eine Veränderung der elastischen Kräfte herbeiführen. Aber freilich bleibt fraglich, ob auch die Voraussetzungen, von denen wir ausgingen, Stich halten. Es ist sehr wohl denkbar, dass die natürliche Länge des Muskels auch bei Gleichheit der Reize verschieden ausfalle, denn warum sollte sie nicht eben so von anderen Umständen, als von der Stärke der Erregung abhängen können? Wäre nun die natürliche Länge von den Experimentalmethoden abhängig, die wir in Anwendung bringen, so dürften die verschiedenen Längen des belasteten thätigen Muskels, die wir unter Zuziehung dieser Methoden erhalten, nicht ohne Weiteres auf die Dehnbarkeit bezogen werden. —

Nach Weber ist die Länge eines belasteten thätigen Muskels eine zweigliederige Grösse. Sie ist die Summe seiner natürlichen Länge und der durch die Dehnung bewirkten Verlängerung. Finden sich nun in den a, b, c und d Versuchen diese Summen verschieden, während die Grösse der Belastung sich gleich bleibt, so ist zu untersuchen: welcher der beiden Summanden, oder ob beide verändert worden? Ich will nun durch Experimente beweisen, dass die Länge des thätigen Muskels bei constantem Reize nicht constant, sondern wiederum abhängig von der Grösse der Arbeit ist. Die hierher gehörigen Versuche, von welchen ich einige bereits

in einem lateinischen Programm bekannt gemacht habe, mögen die e Versuche heissen [1]).

Der Gedankengang, welcher diesen neuen Versuchen zu Grunde liegt, ist folgender: Vorausgesetzt, die Länge des belasteten thätigen Muskels entspräche der Summe $l + d$, wo l dessen natürliche Länge und d die vom Gewichte abhängige Verlängerung bedeutet, so muss man experimentel auf l kommen, wenn man das Gewicht, welches die Dehnung verursacht, vom Muskel abnimmt. Ich reize also den belasteten Muskel durch Tetanisiren, lasse die Hubhöhe desselben am Myographion aufzeichnen, und entferne in dem Momente, wo er die grösste Verkürzung erreicht, das Gewicht. Nun contrahirt sich der Muskel von neuem und verzeichnet auch die Hubhöhe, die ihm als nicht belastetem zukommt. Ermittelt soll werden, ob die letztere Hubhöhe derjenigen gleich sei, die man erhält, wenn der Muskel sich contrahirt, ohne vorher ein Gewicht gehoben zu haben. Es wird also ein zweiter Versuch an einem von vorn herein unbelasteten Muskel angestellt, und um die Einflüsse der Ermüdung ausgleichen zu können, wechselt man mit den Versuchen am belasteten und unbelasteten Muskel regelmässig. Findet sich nach vorgenommener Ausgleichung, dass die Länge des unbelasteten Muskels eine andere ist als die des nachträglich entlasteten, so ist erwiesen, dass die sogenannte natürliche Länge des thätigen Muskels unter dem Einflusse der Arbeit stehe.

In der nachstehenden Versuchsreihe ist der Federhalter von 1,7 Gr. Schwere am Ende der Zunge befestigt. Das zur Belastung des Muskels benutzte Gewicht beträgt 5 Gr. Tetanisirt wird (wie in allen folgenden Versuchen) mit dem Inductionsapparate von Dubois. Zum Verständniss der Tabellen werde bemerkt, dass dieselben für die Länge des thätigen Muskels zwei Columnen enthalten. Die erste dersel-

1) Commentatio de elasticitate musculorum, quaestiones novas literarias in annum MDCCCLVI positas promulgandi causa edita. Halis S.

ben, mit der Ueberschrift λ, giebt die Länge des thätigen Muskels an, welche dieser, mag er belastet sein oder nicht, im Momente der grössten Verkürzung ausweist. Die zweite dagegen mit der Ueberschrift λ' giebt ausschliesslich die Länge an, welche dem thätigen Muskel zufällt, wenn er nach Entfernung des ihm anhängenden Gewichtes sich zum zweiten Male vollständig verkürzt hat.

Versuchsreihe VIII.

Versuch.	Belastung.	Muskellänge		
		ruhend.	thätig	
			λ.	λ'.
	Gramm.	Mm.	Mm.	Mm.
1	5	55,3	19,9	16,9
2	0	45,9	15,1	
3	5	56	21,5	19
4	0	44	16,1	
5	5	55	26,4	21,7
6	0	44	18,2	
7	5	55	35,9	26
8	0	44	22,3	
9	5	55	49,2	29
10	0	44,5	27	
11	5	55,1	52,7	35,8
12	0	45,5	33	
13	5	55,2	53,8	42,1
14	0	46,1	37,2	
15	5	55,5	54,5	44,4
16	0	47	41,3	
17	5	55,8	55	45,5
18	0	47,3	42	
19	5	55,9	55,3	46,3
20	0	47,8	44,7	
21	5	56	55,7	46,7

Die Resultate der Versuchsreihe sind derartige, dass eine Ausgleichung der Ermüdungseinflüsse unnöthig ist. Wenn man den Werth λ' eines beliebigen Versuchs mit dem Werthe λ des auf ihn folgenden vergleicht, so findet sich, dass $\lambda' > \lambda$, da doch mit Bezug auf die Ermüdung $\lambda' < \lambda$ sein sollte. Dies beweist, dass der Einfluss der Arbeit auf die sogenannte natürliche Länge des thätigen Muskels ein sehr mächtiger ist und auf eine Vergrösserung derselben hinausläuft.

Die nächstfolgende Versuchsreihe ist eine einfache Wiederholung der vorhergehenden unter Anwendung eines Gewichtes von 20 Gramm.

Versuchsreihe IX.

Versuch.	Belastung.	Muskellänge ruhend.	Muskellänge thätig λ.	Muskellänge thätig λ'.
	Gramm.	Mm.	Mm.	Mm.
1	20	54,2	32	21,5
2	0	45,3	17,2	
3	20	55	43,9	23,5
4	0	45,5	20	
5	20	55,5	49,8	24,8
6	0	46	22,1	
7	20	56	53,5	25,8
8	0	46,8	24,3	
9	20	56,1	55	29,1
10	0	47	27,5	
11	20	56,7	55,9	31
12	0	47,2	29,2	
13	20	57	56,5	38,7
14	0	47,8	35	
15	20	57,8	57,5	42,8

Die Erfolge entsprechen den vorher erhaltenen.

In der 8ten und 9ten Versuchsreihe sind a Muskeln mit unbelasteten verglichen worden. Von grossem Interesse wird sein, unter Anwendung der e Methode die a und b Muskeln zu vergleichen. Dies ist im Nachstehenden geschehen. Der Federhalter von 1,2 Gr. Schwere wurde diesmal am untern Ende der Zunge angebunden, zur Belastung dienten 10 Gr.

Versuchsreihe X.

Versuch.	Muskellängen ruhend.	Muskellängen thätig λ.	Muskellängen thätig λ'.	Muskel.
	Mm.	Mm.	Mm.	
1	54,4	18,1	13,6	a
2	44,3	16,9	13,2	b
3	55	20,5	15	a
4	41	17,7	14,9	b

Versuch.	Muskellängen ruhend	thätig λ.	thätig λ'.	Muskel.
	Mm.	Mm.	Mm.	
5	56	23,6	16,4	a
6	40,5	19	15,6	b
7	55,6	28,1	19,6	a
8	40,6	21,6	17,8	b
9	55,4	35,4	21,9	a
10	41	26	19,6	b
11	55,7	41,7	23,7	a
12	41,3	31,6	21,7	b
13	56	49,7	26	a
14	41,9	39,7	23,8	b
15	56,2	53,7	28,2	a
16	42,4	41,4	26,9	b
17	56,4	55,3	31,1	a
18	42,4	42,2	30,2	b

Die Resultate dieser Versuchsreihe sind sehr schlagend und bedürfen um anschaulich zu werden nicht erst einer vorläufigen Ausgleichung der Ermüdungseinflüsse. Die Länge des entlasteten Muskels $= \lambda'$ ist in jedem b Versuche merklich kleiner als in dem nächst vorhergehenden a Versuche, da sie doch mit Rücksicht auf die Ermüdung merklich kleiner sein sollte. Diese geringere Länge des b Muskels ist die Folge einer wirksameren Contraction, und die grössere Wirksamkeit der Contraction ist wieder Folge ersparter Kraft. Denn erspart hat der b Muskel so viel Kraft, als der a Muskel vergeudet, um die Länge wieder zu gewinnen, welche er vor seiner unnatürlichen Verlängerung schon hatte.

Die in den 3 letzten Versuchsreihen zusammengestellten Erfahrungen beweisen, dass die Länge, welche der thätige Muskel im Maximum der Verkürzung annimmt, abhängig von einer Kraft ist, deren contractile Wirkung ihrerseits wieder durch die Grösse der Arbeit im Contractionsacte bedingt ist. Je schwieriger die den contractilen Kräften zugemuthete Arbeit, um so weniger sind sie im Stande, eine beträchtliche Verkürzung der Fasern hervorzubringen, oder mit anderen Worten, um so grösser ist die Länge des Muskels in seiner grössten Contraction. Da nun mit Vermehrung des Bela-

stungsgewichts die Arbeit zunimmt, so müsste gleichzeitig die Verkürzung des Muskels abnehmen (also ein entlasteter Muskel sich um so weniger verkürzen, je grösser das Gewicht gewesen, welches er zu heben hatte), wenn die Grösse der Arbeit lediglich von der Grösse des gehobenen Gewichtes abhinge. Dies ist jedoch nicht annehmbar. Offenbar muss die Arbeit, oder genauer die aus der Arbeit resultirende Veränderung des Muskels und seiner Functionen, auch von der Höhe abhängen, bis zu welcher er das Gewicht vor seiner Entlastung gehoben, ferner von der Zeit, die er zum Contractionsacte verwendet, und endlich von der Geschwindigkeit der contractilen Bewegung. Wenn alle diese Umstände auf die Wirksamkeit der Contraction, und folglich auf den von ihr abhängigen Werth l, einen Einfluss ausüben, so ist im Voraus unwahrscheinlich, dass sich zwischen diesem und der Grösse der Belastungsgewichte ein gesetzliches Verhältniss werde finden lassen. Auch sind meine Bemühungen, ein solches zu entdecken, vergeblich gewesen. Von den Versuchen, welche ich mit Rücksicht hierauf angestellt habe, will ich nur einen mittheilen, der dadurch auffällig ist, dass die Grösse der Contraction nicht umgekehrt wie das Gewicht, sondern umgekehrt wie das Product aus der Hubhöhe in das Gewicht, also wie die Arbeit im Sinne der Mechanik, zunimmt.

Der Federhalter von 1,2 Gr. Schwere wurde am untern Ende des M. hyoglossus eines Frosches befestigt und hatte in den verschiedenen Versuchen abwechselnd 5 Gr. und 20 Gr. zu tragen. Die Tetanisirung des Muskels wurde mit Hülfe des Dubois'schen Inductionsapparats ausgeführt. Hatte der belastete Muskel sich vollständig contrahirt, so wurde plötzlich das Gewicht entfernt und dadurch eine neue Contraction veranlasst. In der nachstehenden Tabelle bedeutet p die Belastung, L die Länge des belasteten unthätigen Muskels, h die Hubhöhe des belasteten Muskels, λ die Länge des belasteten Muskels im Maximum der Contraction, h' die Hubhöhe des entlasteten Muskels, λ' die Länge eben desselben bei grösster Verkürzung.

Versuchsreihe XI.

Versuch.	p.	L.	h.	λ.	h'.	λ'.
	Gramm.	Mm.	Mm.	Mm.	Mm.	Mm.
1	5	52,9	36,5	16,4	38,6	14,3
2	20	60	17,4	42,6	42,4	17,6
3	5	54	34,5	19,5	37	17,0
4	20	60	7,5	52,5	42,1	17,9
5	5	54,4	31,6	22,8	35	19,4
6	20	60,5	3,7	56,8	40,4	20,1
7	5	55	27,7	27,3	31,9	23,1
8	20	60,7	2	58,7	39,3	21,4
9	5	55,2	20,6	34,6	27	28,2
10	20	60,8	1,1	59,7	36,8	24
11	5	55,3	12,7	42,6	29,8	25,5

Diese Beobachtungen sollen beweisen, dass im vorliegenden Falle das Product aus der Hubhöhe in das gehobene Gewicht den Werth λ' bedinge. Es müssen also die Versuche, die in Vergleich gestellt werden sollen, auf gleiche Ermüdung reducirt werden. Erst wenn dies geschehen, lässt sich die Arbeitsgrösse = h·p berechnen. In nachstehender Tabelle ist diese Rechnung ausgeführt.

Berechnung der Versuchsreihe XI.

Ermüdungsstufe.	Hubhöhe h		Arbeitsgrösse h·p.		Länge des entlasteten Muskels	
	bei 5 Gr.	bei 20 Gr.	bei 5 Gr.	bei 20 Gr.	bei 5 Gr.	bei 20 Gr.
	Mm.	Mm.			Mm.	Mm.
2	35,5	17,4	177,5	348,0	15,65	17
4	33,05	7,5	165,25	150	18,2	17,9
6	29,65	3,7	148,25	74	21,25	20,1
8	24,15	2	120,75	40	25,65	21,4
10	16,65	1,1	83,25	22	26,85	24

Das Resultat ist auffällig genug. Im Anfange der Versuchsreihe ist der Nutzeffect grösser, wenn der Muskel stark beladen ist, am Ende der Versuchsreihe dagegen ist er grösser, wenn er nur wenig beladen ist. Diesem Wechsel des Nutzeffects entspricht ein Wechsel in den Längenverhältnissen der beiden entlasteten Muskeln. Je grösser die Arbeit, die dem Muskel zufällt, um so weniger verkürzt er sich. Dies zieht die sonderbare Folge nach sich, dass von der 4ten Er-

müdungsstufe an gerade der Muskel sich am wenigsten verkürzt, welcher das leichtere Gewicht, nämlich 5 Gramm, gehoben hat.

Unter den Versuchsreihen, welche ich anstellte, um zu ermitteln, wie die natürliche Länge des thätigen Muskels von der Grösse der vorausgegangenen Leistungen abhänge, finden sich noch zwei, welche ähnliche Resultate liefern, als die so eben speciell nachgewiesenen. In einigen Fällen waren die Werthe λ' bei sehr verschiedener Belastung des Muskels fast gleich, und die Messungen erwiesen, dass die Nutzeffecte $h \cdot p$ sich ebenfalls sehr nahe standen. Derartige Erfahrungen sind mit den Resultaten der Versuchsreihe XI wiederum in Einklang. Aber ich habe auch Fälle gesehen, welche zu der Annahme, dass die Nutzeffecte und die Verkürzungen der Muskeln im umgekehrten Sinne wachsen, durchaus nicht passten. Wahrscheinlich ist die Kraft, welche den Muskel verkürzt und ihm die Form giebt, welche Weber die natürliche des thätigen Muskels nennt, noch von Umständen abhängig, die wir nicht in Rechnung zu bringen im Stande sind.

Ich darf die Besprechung der e Versuche nicht schliessen, ohne auf die Frage zurückzukommen, von der wir ausgingen. Mit der Grösse der Arbeit wächst die Länge des belasteten thätigen Muskels, welche die Summe zweier Glieder $l + d$ ist. Sie wächst nachweislich, weil l, die natürliche Länge des thätigen Muskels, unter dem Einflusse der Anstrengung eine Vergrösserung erfährt. Ob sie auch durch d wachse, d. h. durch die Dehnung, welche nur wachsen kann, wenn die elastischen Kräfte eine Verminderung erfahren, ist durch meine Versuche nicht angedeutet. Es ist wahrscheinlich, dass Veränderungen der natürlichen Länge, die wie im vorliegenden Falle von chemischen Vorgängen abhängen, mit Veränderungen der elastischen Kräfte Hand in Hand gehen, aber es wäre voreilig, eine Vermuthung zu äussern, nach welcher Seite hin diese Veränderungen fortschreiten.

So weit die Darstellung meiner Versuche. Wir wollen die Frage, was sich theoretisch aus ihnen ableiten lasse, gar

nicht aufwerfen, bevor nicht die Vorfrage erledigt worden, in wieweit sie im Gebiete des Thatsächlichen auf sicherem Boden stehen. In diesem Bezuge könnte ich zunächst bemerken, dass ich im Vorstehenden nur einen sehr kleinen Theil meiner Versuche bekannt gemacht habe, und dass die zurückgehaltenen mit den hier mitgetheilten übereinstimmen. Ich könnte zweitens darauf aufmerksam machen, dass die meisten der von mir vorgelegten Versuchsreihen eine beträchtliche Anzahl von Beobachtungen umfassen, die sich gegenseitig tragen und stützen. Die Erscheinungen, die ich unter bestimmten Bedingungen beobachtet habe, wiederholen sich, wenn dieselben Bedingungen wiederkehren, sie wiederholen sich, wenn nicht vollständig doch theilweise, wenn die Bedingungen zwar nicht gleiche, aber doch ähnliche sind. Indess hat Weber, der freilich von meinen Arbeiten wenig mehr als die allgemeinen Resultate kannte, gegen die Zulässigkeit meiner Versuche und Rechnungen Bedenken erhoben, Bedenken, von denen ich nun zu zeigen habe, dass sie grundlos sind. Ich glaube am schnellsten zum Ziele zu kommen, wenn ich

die Vertheidigung meines Rechnungsverfahrens

vorausschicke.

Die Verstösse, die mir schuld gegeben werden, soll ich bei Berechnung der Dehnbarkeit des thätigen Muskels begangen haben. Aber meine Rechnungen sind vollkommen in Ordnung. Bezeichnet man die Länge des unbelasteten thätigen Muskels mit λ, die des belasteten mit $\varLambda$, so ist (wenn man sich auf den Standpunkt der Weber'schen Hypothese stellt) der Unterschied $\varLambda - \lambda$ die Folge einer Dehnung, deren Grösse natürlich von der Kraft der Elasticität abhängt und dieser umgekehrt proportional ist. Wird dieser Unterschied als Dehnung aufgefasst und mit d bezeichnet, so ist $\frac{d}{\lambda}$ die Dehnbarkeit des Muskels für das im speciellen Falle benutzte Gewicht. Nach dieser Formel habe ich die Dehnbarkeit berechnet, und meine Formel ist richtig.

Weber freilich leugnet dies und kritisirt einen Fall, wo ich die Dehnbarkeit eines Froschmuskels für 10 Gr. Belastung berechnet hatte, in folgender Weise (Berichte p. 174).

„Volkmann durfte, um das Mass der Ausdehnbarkeit des Muskels zu erhalten, die Verlängerung, welche derselbe durch Vermehrung der Belastung erfuhr (die er als Dehnung d bezeichnet), nicht durch die Länge des unbelasteten Muskels, sondern musste sie vielmehr durch das Mittel seiner Länge bei 0 und 10 Gramm Belastung dividiren (da beide Grössen ja vollkommen gleich berechtigt sind) und den so erhaltenen Quotienten dann nochmals (in diesem Falle) durch 10 dividiren, was er gleichwohl nicht gethan hat. Das so erhaltene richtige Mass der Dehnbarkeit des Muskels gilt endlich nicht, wie Volkmann sagt, für die Spannung des Muskels bei 10 Gr. Belastung, und zwar eben so wenig für die Belastung bei 0 Gr., sondern, da beide gleichmässig in Rechnung gekommen sind, für die mittlere Spannung von beiden, d. h. für die Spannung bei 5 Gramm Belastung.“ —

Mag mein verehrter Kritiker mir verzeihen, wenn ich in seiner Zurechtweisung etwas Komisches finde. Er sagt mir: du darfst nicht so, sondern musst so rechnen, dann findest du nicht das, was du gesucht, sondern etwas ganz Anderes! — Indess habe ich begreiflicher Weise eben das finden wollen, was ich suchte, nicht aber das, was Weber mir octroyiren und zu suchen mich lehren will. —

Verschiedene namhafte Physiker, welche ich befragte, was die gegen mich erhobene Opposition eigentlich wolle, haben dies so wenig verstanden als ich, und ich kann mich daher nicht auf eine Widerlegung derselben einlassen (wenn in dem eben Bemerkten die Widerlegung nicht schon liegt), sondern kann nur zeigen, dass mein Rechnungsverfahren richtig ist. Offenbar handelt es sich hier von der Rechtfertigung des Ansatzes der Rechnung, und ein Streit um diesen ist einfach ein logischer.

Gesucht wird die Dehnbarkeit eines Muskels. Was versteht man unter Dehnbarkeit? Offenbar das Vermögen eines

Körpers, durch Zugkräfte verlängert zu werden. Will man wissen, ob ein Körper dehnbar ist, so muss man eine Zugkraft an ihm anbringen und durch Messung ermitteln, ob er unter dem Einflusse derselben länger geworden. Man sucht also den Unterschied zwischen der durch die Zugkraft producirten künstlichen Länge (nach Obigem $= \varLambda$) und der natürlichen, das will sagen derjenigen Länge, die vorhanden war noch ehe die Zugkraft wirkte (nach Obigem $= \lambda$). Schon bemerkt wurde, dass wir $\varLambda - \lambda = \mathrm{d}$ setzen.

Nun soll aber die Untersuchung nicht bloss das Dasein der Dehnbarkeit, sondern überdies noch ihre Grösse bestimmen. Dies kann in doppelter Weise geschehen. Es kann nämlich für die Dehnbarkeit entweder ein absolutes Mass gesucht werden, dessen Gewinnung umständlich und oft sehr schwierig ist, oder nur ein relatives, welches viel leichter zu beschaffen und eben deshalb überall vorzuziehen ist, wo es den Zwecken der Messung Genüge leistet.

Handelt es sich um weiter nichts, als um eine Vergleichung der Dehnbarkeit, entweder zweier Körper unter gleichen Bedingungen, oder eines und desselben Körpers unter verschiedenen, so versteht es sich von selbst, dass die Aufstellung relativer Werthe ausreiche. Wie nun solche zu suchen, wollen wir an einem concreten Falle erläutern.

Gesetzt man hätte eine Partie Draht, von welcher die eine Hälfte auf einem heissen Ofen gelegen. Nun will man wissen, ob die Elasticität des erhitzten Drahtes eine Veränderung erfahren: wie lässt sich dies ermitteln? Sehr einfach dadurch, dass man von beiden Drahtsorten ein Stück mit demselben (gleichviel welchem) Gewichte belastet und die durch die Belastung hervorgebrachte Verlängerung eines jeden durch die Länge, welche es von vorn herein, d. h. vor der Belastung, hatte, dividirt. Der gefundene Quotient (entsprechend dem $\frac{\mathrm{d}}{\lambda}$ meiner Formel) besagt, um den wievielsten Theil seiner ursprünglichen Länge jedes Drahtstück unter dem Einflusse einer gleichen Zugkraft verlängert worden, und beantwortet die aufgestellte Frage unmittelbar. Denn

wenn dieselbe Zugkraft den Draht a beispielsweise um $^1/_{100}$, dagegen den Draht b um $^2/_{100}$ seiner ursprünglichen Länge ausdehnt, so ist nicht bloss klar, dass b dehnbarer als a, sondern auch evident, dass es doppelt so dehnbar als a sei.

Hiernach kann kein Zweifel sein, dass wir die Dehnbarkeit der Muskeln überall nach der Formel $\frac{d}{l}$ berechnen dürfen, wo es sich um weiter nichts, als um eine Vergleichung ihrer Werthe handelt. Nun aber ist in allen Fällen, wo ich die Dehnbarkeit bestimme, von etwas Anderem als relativen Bestimmungen gar nicht die Rede, was damit zusammenhängt, dass ich die elastischen Kräfte der Muskeln nur in ihrer Beziehung zu meinen Experimentalmethoden und namentlich in ihrer Abhängigkeit von diesen zu untersuchen bezweckte.

Weber hat alle seine Versuche über die Dehnbarkeit nach der a Methode angestellt, das will sagen, er belastete den Muskel ehe er ihn reizte und verlängerte ihn dadurch über sein natürliches Mass. Er behauptet, es sei ganz gleichgültig, ob man den Muskel erst belaste und dann reize, oder erst reize und dann belaste. Diese Behauptung kann dem Zusammenhange nach keinen andern Sinn haben, als den: welches von beiden Verfahren man auch verfolge, bei Bestimmung der Dehnbarkeit führen beide zu demselben Resultate. Es ist evident, dass die Kritik hier keine andere Aufgabe habe, als die Werthe der Dehnbarkeit, die man bei dem einen oder andern Verfahren erhält, zu vergleichen, wie ich gethan; ihre Schätzung nach einem absoluten Masse war überflüssig.

So erklärt sich Webers Polemik gegen mein Rechnungsverfahren daraus, dass er den Sinn desselben nicht verstanden hat. Leider ist dieses Missverständniss die Quelle eines Stromes geworden, der scheinbar alles von mir Aufgebaute spielend mit fortreisst. Man gestatte mir auch hierüber einige Erörterungen.

Die Berechnung meiner zahlreichen Versuche hatte ergeben, dass die Dehnbarkeit des b Muskels constant kleiner

sei als die des a Muskels. Da nun die Contraction des b Muskels unter naturgemässen Bedingungen, die des a Muskels dagegen, wie oben angegeben, unter naturwidrigen erfolgt, so bemerkte ich, dass Weber, der überall die a Methode benutzt, die Dehnbarkeit des thätigen Muskels nicht richtig bestimmt, und zwar dieselbe durchweg überschätzt habe.

Gegen diese Bemerkung remonstrirt Weber p. 171 seiner Kritik mit folgenden Worten:

„Ich habe das Mass der Ausdehnbarkeit des in Thätigkeit befindlichen Musc. hyoglossus p. 114 meiner Abhandlung aus der Versuchsreihe C für 5 verschiedene Spannungsgrade (nämlich bei 7,5 Gr., 12,5 Gr., 17,5 Gr., 22,5 Gr., 27,5 Gr. Belastung) und für 10 verschiedene Ermüdungsstufen berechnet.

Hiernach beträgt dasselbe für die Belastung von 7,5 Gr. und 12,5 Gr. 0,0127 0,0082
und wächst durch Ermüdung nur bis auf: 0,1675 0,0455
während Volkmann den Werth desselben in Thätigkeit befindlichen Muskels bei 10 Gr. Belastung (man bemerke, dass diese in der Mitte zwischen den von Weber benutzten Belastungen liegt)

					im Mittel
aus seinen	a Versuchen	= 0,618	0,879	0,673	0,721
„ „	b Versuchen	= 0,273	0,527	—	0,400
„ „	c Versuchen	= —	0,390	—	0,390
„ „	d Versuchen	= —	—	0,107	0,107

erhält.

Vergleicht man nun ersteres von mir gefundenes Mass der Ausdehnbarkeit des thätigen Muskels (im Mittel = 0,010) mit den letzteren Angaben, welche Volkmann als Mass der Ausdehnbarkeit desselben thätigen Muskels bei ungefähr derselben mittleren Belastung gefunden hat, so ergiebt sich, dass meine Messungen nicht allein von Volkmann's a Messungen differiren und nicht nur nicht grösser als seine b, c, d Messungen sind, sondern vielmehr

11 mal	kleiner	als	Volkmann's	d Messungen,
39 mal	„	„	„	c Messungen,
40 mal	„	„	„	b Messungen,
72 mal	„	„	„	a Messungen sind.

Diese letzten a Messungen sind es eben, welche Volkmann mit den meinigen identificirt hat. — Demnach findet Volkmann's Vorwurf, dass nach der von mir angewandten Methode die Ausdehnbarkeit des thätigen Muskels zu gross ausfalle, auf meine Versuche keine Anwendung. Es leuchtet vielmehr ein, dass Volkmann in der Ausführung seiner a Versuche oder (!) in der Berechnung der Ausdehnungscoefficienten von mir abgewichen sein müsse, wiewohl er dieselbe Methode angewendet zu haben behauptet." —

Ich halte für fraglich, ob unter den Lesern der Kritik sich auch nur Einer befunden, der über die Tragweite dieser Opposition vollkommen ins Klare gekommen. Die Sache steht so: Unrichtig ist die Annahme, dass ich bei Ausführung der a Methode von Weber abgewichen sein möge, wie sich aus der Beschreibung des von mir eingeschlagenen Verfahrens zur Genüge ergiebt; — unrichtig ist die Behauptung, dass meine Messungen der Dehnbarkeit auf Weber's Versuche keine Anwendung gestatten, wie ich gleich zeigen werde; richtig dagegen die Vermuthung, dass ich die Ausdehnungscoefficienten nicht in der Weber'schen Weise berechnet, nur dass hier nicht der Ort zu Vermuthungen war, da ich durch Angabe der Formel, nach der ich gerechnet, über das Abweichende meines Verfahrens keinen Zweifel gelassen hatte.

Ich bestimme den Werth der Dehnbarkeit so, dass ich nachweise: um den wievielsten Theil seiner ursprünglichen Länge ein Muskel verlängert werde, wenn ihm ein ziemlich beträchtliches Gewicht, resp. 10 bis 20 Gramm angehangen werden. Weber dagegen bestimmt die Dehnbarkeit in der Weise, dass er angiebt, um den wievielsten Theil seiner Länge ein Muskel, der bereits belastet und in Folge dessen

gedehnt ist, verlängert werde, wenn zu der Last, die er schon trägt, noch ein Gramm hinzugefügt wird.

Es ist einleuchtend, dass so ganz verschiedene Berechnungen nicht zu vergleichbaren Werthen führen können. Aber eben weil die gefundenen Werthe einen Vergleich gar nicht zulassen, ist die Nebeneinanderstellung derselben, welche Weber gegeben, nicht bloss ganz zwecklos, sondern für solche Leser, die dem Gegenstande nur mit Schwierigkeit folgen, in hohem Grade verwirrend. In der That, wenn ein Sachkenner wie Weber es nur als Möglichkeit hinstellt, dass die enormen Differenzen unserer beiderseitigen Angaben über die Dehnbarkeit von einer Verschiedenheit der Berechnung abhängen könnten, so dürften viele minder kundige Leser es nicht einmal bis zu dem Gedanken an diese Möglichkeit gebracht haben. Sie Alle müssen den Passus: „So ergiebt sich: dass meine a Messungen nicht nur nicht grösser, sondern 72mal kleiner als Volkmann's a Messungen sind", für den klarsten Beweis gehalten haben, dass von einer Ueberschätzung der Dehnbarkeit bei Weber, inwiefern er die a Methode benutzte, nicht die Rede sein könne, und dass meine Bemerkung, es habe eine solche stattgefunden, auf einem groben Irrthume beruhe! —

Dies führt mich auf die zweite von mir bestrittene Behauptung, dass mein Vorwurf: die a Methode führe zu einer Ueberschätzung der Dehnbarkeit, auf Weber's Versuche keine Anwendung finde. Diesen Vorwurf muss ich festhalten. Lassen wir die Frage über die Berechnung der Dehnbarkeit ganz aus dem Spiele, wir können die Grösse derselben beurtheilen auch ohne zu rechnen. Wenn ein Körper unter dem Einflusse einer und derselben Zugkraft im ersten Falle sich länger ausweist als im zweiten, so ist er im ersten Falle dehnbarer als im zweiten. Nun ist aber Thatsache, dass ein thätiger Muskel unter dem Einflusse desselben Gewichtes bei Anwendung der a Methode länger befunden wird, als bei Anwendung der b Methode; folglich ist er dehnbarer bei Anwendung der a Methode. Diese grössere

Dehnbarkeit (um Weber's Terminologie beizubehalten) hängt aber von einem Umstande ab, der unter den natürlichen Verhältnissen nicht vorkommt, folglich kann sie für Muskeln, die sich in natürlichen Verhältnissen befinden, nicht massgebend sein, sondern ist für solche zu gross.

Weber hat die grosse Differenz in den Werthen der Dehnbarkeit, auf welche wir gekommen, so oft erwähnt, und hat mit so grossem Nachdruck hervorgehoben, dass er bei Revision seiner Versuche die in seiner frühern Arbeit gefundenen Werthe wiedererhalten, dass ich mich wohl nicht täusche, wenn ich annehme, dass er meine sehr viel grösseren Werthe mit Misstrauen angesehen habe. In dieser Vermuthung bestärken mich die im Eingange der „kritischen Widerlegung" befindlichen Worte: „Volkmann hat nicht bloss die Richtigkeit meiner Ansichten, sondern auch meiner Beobachtungen und Messungen in Zweifel gezogen. Da mir Letzteres gar nicht in den Sinn gekommen, noch in den Sinn kommen konnte, weil unsere beiderseitigen Beobachtungen und Muskelmessungen unter gleichen gegebenen Bedingungen recht gut zusammenstimmen, so kann ich die Begründung der vorstehenden Worte nur darin suchen, dass Weber voraussetzte, das Mass der Dehnbarkeit gestatte Rückschlüsse auf die Messungen der Muskeln, und die ganz anderen Werthe der Dehnbarkeit, die ich bekannt gemacht, includiren eine Opposition gegen die Beobachtungen, aus welchen Weber die seinigen abgeleitet.

Verhielte sich die Sache in dieser Weise, so wäre Weber's Misstrauen vollkommen gerechtfertigt, aber sie verhält sich nicht so, weil unsere Dehnbarkeiten, wie oben bemerkt, unvergleichbare Grössen sind. Dass die von mir verzeichneten Werthe der Dehnbarkeit so sehr viel grösser sind als die Weber'schen, liegt hauptsächlich in der Differenz des Rechnungsverfahrens, und die Differenz von diesem liegt wieder an der Verschiedenheit der Aufgaben, die wir lösen wollten, und nicht etwa an einem Rechnungsfehler, in welchen Einer von uns Beiden verfallen. Wer die Formeln, nach

welchen wir die Dehnbarkeit berechnet, vergleicht, wird sich überzeugen, dass ich zu sehr viel grösseren Werthen kommen musste als Weber, und wer sich die Mühe geben will, einige meiner Beobachtungen nach Weber's Formeln zu berechnen, der wird finden, dass er auf Werthe kommt, die denen Weber's ziemlich nahe stehen. Eine gewisse Differenz zwischen unsern beiderseitigen Bestimmungen musste aber von vorn herein erwartet werden, da Weber seine Muskeln tetanisirte, ich durch Inductionsschläge reizte.

Das Vorstehende wird hoffentlich ausreichen zu zeigen, dass Weber's Opposition gegen mein Rechnungsverfahren eine ganz unbegründete war, und dass die Folgen des Missverständnisses, in welches er bei dieser Gelegenheit verfallen, sich in ansehnlicher Breite geltend machen.

Die gegen mich gerichtete Schrift führt den Titel: „Kritische und experimentelle Widerlegung“. Untersuchen wir nun, in wie weit es Weber gelungen, mich experimentell zu widerlegen. — Seiner Meinung nach sind meine Versuche so fehlerhaft angestellt, dass dadurch die Längenunterschiede der a b c und d Muskeln, die ich beobachtet und der Elasticitätstheorie entgegengehalten habe, hinreichend erklärt werden. Der Missgriff, den ich begangen und der so schwere Folgen nach sich gezogen, soll in der Befestigung des Federhalters am untern Ende der Zunge liegen. Es heisst S. 188: „Während ich den als Zeiger dienenden Coconfaden am Ende des aus parallelen Fasern bestehenden Theils des hyoglossus, also über der Zungenwurzel befestigt habe, bindet Volkmann den Federhalter, der am Kymographion zeichnet, an der Spitze der Zunge, ganz nahe über der Stelle, wo sie sich in zwei Spitzen theilt, an. Dadurch wird aber eines Theils die Zunge, welche ausser den zur Messung dienenden Muskelbündeln viele andere enthält, die sich auch contrahiren und die Gestalt der Zunge ändern, in das zur Messung dienende Muskelstück mit eingeschlossen, und wird daher auf die Messung störende Einflüsse ausüben, die sich gar nicht berechnen lassen; andern Theils wird zugleich Volkmann genöthigt, den Gewichtsträger, den ich in die

dicke Zungenwurzel einhake, an die dünne (??) Zungenspitze zu befestigen, die von vielen Bündeln des m. hyoglossus gar nicht erreicht und durch angehängte Gewichte thatsächlich (??) so ausgedehnt wird, dass wahrscheinlich der Durchgang des galvanischen Stromes sehr geschwächt und demnach auch der Muskel weniger contrahirt wird[1]). Hieraus würde sich wenigstens die Differenz der Resultate von Volkmann's a b c d Versuchen erklären: denn lässt man unter diesen Verhältnissen, wie in Volkmann's b c und d Versuchen, den Muskel sich vor Auflegung des Gewichts contrahiren, so können die äusserst kräftig contrahirten Muskelbündel sehr leicht die bemerkte Ausdehnung der Zunge durch das Gewicht verhindern, während sie das nicht zu leisten im Stande sind, wenn, wie in seinen a Versuchen, die vorher aufgelegten Gewichte die Zunge bereits ausgedehnt haben und der deshalb schwach einwirkende Strom keine kräftige Contraction zu erzeugen vermag.“ —

Gegen diese Darstellung hätte ich so Manches im Einzelnen zu erinnern, indess soll sich meine Antwort auf die Beleuchtung nur zweier Punkte beschränken.

1) Gesetzt Weber's Vermuthung wäre begründet, dass die Befestigung des Federhalters am Ende der Zunge Nachtheile mit sich brächte (eine Vermuthung, die durch die vorstehende Anmerkung über die Zungenbreite bereits ihrer Stütze beraubt ist), gesetzt weiter die Nachtheile, welche diese Befestigung mit sich brächte, verhielten sich genau so

1) Bei den hiesigen Fröschen erstreckt sich die Spaltung der Zungenspitze bis in den Theil der Zunge, welcher ungefähr doppelt so breit ist als die neben einander liegenden musculi hyoglossi zusammengenommen. Wenn ich daher den Federhalter nach meiner Weise befestige und selbst mit einem schweren Gewichte belaste, bleibt die Zunge in ihrer ganzen Länge um ein Ansehnliches breiter als jene Muskeln, und zwar in dem Grade, dass ich darin einen Missstand erblicke. Um Präparate von ungefähr gleicher Breite zu erhalten, pflege ich daher die häutigen Seitenränder der Zunge mit der Scheere abzutragen. Hat Weber den Fall, den er schildert, wirklich gesehen, so muss er jeden Falls das Gewicht, statt über der Spaltung der Zunge an das äusserste Ende einer ihrer Spitzen angebunden haben.

wie Weber sie sich ausgedacht, so würden dieselben doch nur einen Theil der von mir angestellten Messungen ungültig machen. Wenn nämlich das Anbinden des Federhalters am Ende der Zunge zur Folge hat, dass ein Muskel, welcher erst belastet und dann gereizt wird, sich weniger contrahirt als ein Muskel, der erst gereizt und dann belastet wird, so folgt hieraus weiter nichts, als dass ich die Längendifferenz, welche auf solche Weise behandelte Muskeln im maximum der Contraction ergeben, nicht als Folgen der vorausgegangenen grösseren oder geringeren Arbeit auffassen darf. Ich hätte also, um mich einer nun hinreichend bekannten Terminologie zu bedienen, die Längendifferenzen zwischen den a Muskeln einerseits und den b c d Muskeln andererseits bei Discussion der Weber'schen Lehre zunächst aus dem Spiele zu lassen. Aber die Längendifferenzen, die ich urgire, beschränken sich nicht auf die Fälle, wo ich den einen Muskel zuerst belastet und dann gereizt, den andern zuerst gereizt und dann belastet habe, also auf Fälle, welche angeblich unter dem Einflusse meiner Befestigungsweise des Federhalters stehen, sondern sie erstrecken sich auch auf eine grosse Anzahl von Fällen, wo beide in Vergleich gestellte Muskeln zuerst gereizt und dann belastet wurden. Dies gilt von den wichtigen d Versuchen, deren Resultate von der Befestigungsweise des Federhalters unabhängig sind. Auch die Erfahrung, dass ein b Muskel im maximum der Contraction und bei gleicher Belastung länger als ein c Muskel oder d Muskel, und weiter die Beobachtung, dass e Muskeln, deren Gewicht vor dem Eintritte des Reizes gestützt gewesen, nach vorgenommener Entlastung sich weniger contrahiren als ein nicht belastet gewesener Muskel, werden von den Einwürfen, die Weber macht, nicht getroffen.

Zweitens aber lässt sich erfahrungsmässig erweisen, dass die von Weber gefürchteten Nachtheile der Befestigung des Federhalters am Ende der Zunge überhaupt nicht stattfinden. Die Belege hierzu finden sich zum grössten Theile schon in dem Vorausgehenden. Ich habe eine beträchtliche Anzahl von Versuchsreihen mitgetheilt, in welchen der von Weber

gerügte Fehler absichtlich vermieden ist, und welche die Längendifferenzen der a und b Muskeln, auf deren Nachweis es ankommt, eben so unverkennbar darstellen, als die früheren Versuche, in welchen der angebliche Fehler begangen wurde. Es besteht also ein beträchtlicher Längenunterschied zwischen a und b Muskeln, welcher von der Befestigung des Federhalters (mehr aufwärts oder mehr abwärts) unabhängig ist. Um die Berechtigung dieser Behauptung noch fester zu begründen, habe ich eine besondere Versuchsreihe in folgender Weise angestellt.

Der Federhalter, welcher bereits an seinem unteren Ende mit einem Häkchen zum Anhängen des Gewichtes ausgerüstet ist, wird auch an seinem obern Ende mit einem solchen versehen, um mittels desselben an der Zunge befestigt zu werden. Dieses Häkchen wird in der einen Hälfte der Versuche durch die Wurzel der Zunge hindurchgestossen, in der anderen Hälfte der Fälle durch die Zungenspitze, d. h. durch die Stelle, welche unmittelbar über der Spaltung der Zunge in 2 Spitzen gelegen ist. Es ist einleuchtend, dass im ersteren Falle den Weber'schen Ansprüchen Genüge geschieht, im zweiten mein angeblicher Fehler wiederkehrt. Die Reizung wurde durch Inductionsschläge vermittelt. Das Belastungsgewicht betrug in allen Versuchen 5 Gramm; die Zunge war ganz frisch aus einem soeben gefangenen Frosche entnommen. Das Nähere ergiebt sich aus der nachstehenden Tabelle.

Die erste Columne derselben bezeichnet mit u den unbelasteten Muskel, d. h. nach früherer Definition, den nur mit dem Federhalter belasteten Muskel, mit a und b dagegen die mit 5 Gr. belasteten und respective nach der a oder b Methode behandelten Muskeln. Die letzte Columne mit der Ueberschrift: Befestigungsweise bezeichnet mit W diejenigen Fälle, in welchen die Befestigung des Federhalters an der Zungenwurzel, den Weber'schen Anforderungen Genüge leistet, mit V aber die Fälle, wo letzteres nicht stattfindet, in so fern der Federhalter am Ende der Zunge angehangen ist.

Versuchsreihe XII.

Versuch.	Muskel.	Hubhöhe.	Länge des thätigen Muskels.	Befestigungsweise.
		Mm.	Mm.	
1	u	17,8	11,2	W.
2	b	11,3	18,4	
3	a	11,5	20,5	
4	b	10,6	20,7	
5	u	15,6	15,6	
6	u	21,4	29,6	V.
7	b	12,0	39	
8	a	11,3	46,5	
9	b	11,3	43,3	
10	u	21,6	33,0	
11	u	14,7	17,0	W.
12	b	8,7	23,3	
13	a	9,2	24,8	
14	b	7,9	24,6	
15	u	13,5	19,1	
16	u	17,9	35,5	V.
17	b	8,4	45	
18	a	8,1	50,7	
19	b	7,5	48,3	
20	u	16,8	38,7	
21	u	11,5	21,2	W.
22	b	6,0	26,5	
23	a	6,2	28,5	
24	b	5,0	27,8	
25	u	10,0	23,1	
26	u	13,4	40,7	V.
27	b	3,4	51,1	
28	a	4,0	55,6	
29	b	2,6	53,9	
30	u	12,0	44,5	
31	u	8,5	24,5	W.
32	b	1,7	31,2	
33	a	2,4	32,6	
34	b	1,7	32,2	
35	u	6,8	26,1	

Um das gewonnene Resultat übersichtlicher zu machen, habe ich die verschiedenen Einwirkungen der Ermüdung gegen einander ausgeglichen.

Berechnung der Versuchsreihe XII.

Ermüdung nach Versuch.	Befestigungs-weise.	Länge des thätigen Muskels.			Verhältniss.
		u	b	a	a : b
		Mm.	Mm.	Mm.	
3	W.	13,4	19,55	20,5	1,048
8	V.	31,3	41,15	46,5	1,130
13	W.	18,05	23,95	24,8	1,036
18	V.	37,1	46,65	50,7	1,087
23	W.	22,15	27,15	28,5	1,050
28	V.	42,6	52,5	55,6	1,059
33	W.	25,3	31,7	32,6	1,028

Es ergiebt sich also, dass die Länge des thätigen a Muskels constant grösser ist als die des b Muskels, und zwar unabhängig von der Befestigungsweise des Federhalters[1]). Mit diesem Resultate stimmen nachstehende Versuche, welche ich genau unter denselben Bedingungen anstellte, vollkommen überein:

Versuchsreihe XIII.

Versuch.	Muskel.	Hubhöhe.	Länge des thätigen Muskels.	Befestigungs-weise.
		Mm.	Mm.	
1	u	10,1	15,9	W.
2	b	6,0	20,1	W.
3	a	6,4	22,4	W.
4	b	5,6	20,8	W.
5	u	9,4	17,0	W.
6	u	13,4	31,6	V.
7	b	6,5	38,1	V.
8	a	6,1	47,1	V.
9	b	5,9	43,1	V.
10	u	14,9	33,7	V.

1) Bei meiner Befestigungsweise (V.) ist der Längenunterschied des a und b Muskels allerdings merklicher, als bei der Weber'schen Befestigungsweise (W.). In wie fern nun die Absicht ist den Einfluss der Methoden a und b auf die Muskelbewegungen zu untersuchen, ein Einfluss, der sich eben durch jene Längenunterschiede zu erkennen giebt, scheint Weber's Befestigungsweise die minder zweckmässige, denn die minder zweckmässige von 2 Versuchsmethoden ist diejenige, welche das was man sucht, weniger hervorhebt.

Versuch.	Muskel.	Hubhöhe.	Länge des thätigen Muskels.	Befestigungsweise.
		Mm.	Mm.	
11	u	7,5	20,2	
12	b	3,8	23,9	
13	a	4,7	25,2	W.
14	b	4,5	23,8	
15	u	8,0	20,3	
16	u	13,4	33,7	
17	b	6,2	40,9	
18	a	5,8	48,6	V.
19	b	5,6	44,6	
20	u	14,5	35,0	
21	u	7,4	20,1	
22	b	3,2	24,3	
23	a	3,7	26,1	W.
24	b	3,3	25,0	
25	u	7,0	21,3	
26	u	12,0	35,3	
27	b	4,6	42,7	
28	a	5,0	49,6	V.
29	b	4,2	45,8	
30	u	12,8	36,8	
31	u	6,2	21,5	
32	b	2,2	25,5	
33	a	2,6	27,4	W.
34	b	1,9	26,0	
35	u	5,5	21,2	
36	u	11,2	27,2	
37	b	3,6	45,3	
38	a	4,1	50,6	V.
39	b	3,4	46,9	
40	u	11,8	38,5	
41	u	5,5	22,9	
42	b	1,7	26,8	
43	a	2,0	28,3	W.
44	b	1,2	27,3	
45	u	5,0	23,3	

Nach Ausgleichung der Ermüdung finden sich folgende Verhältnisse:

Berechnung von Versuchsreihe XIII.

Ermüdung nach Versuch.	Befestigungsweise.	Länge des thätigen Muskels.			Verhältniss.
		u	b	a	a : b
		Mm.	Mm.	Mm.	
3	W.	16,45	20,45	22,4	1,095
8	V.	32,65	40,6	47,1	1,160

Ermüdung nach Versuch.	Befestigungsweise.	Länge des thätigen Muskels.			Verhältniss.
		u	b	a	a : b
		Mm.	Mm.	Mm.	
13	W.	20,25	23,85	25,2	1,056
18	V.	34,35	42,75	48,6	1,136
23	W.	20,7	24,6	26,1	1,061
28	V.	36,05	44,25	49,6	1,120
33	W.	21,35	25,75	27,4	1,064
38	V.	37,85	46,1	50,6	1,097
43	W.	23,1	27,05	28,3	1,046

Die von Weber benutzte a Methode, nach welcher der Muskel schon vor seiner Erregung belastet und dadurch unnatürlich verlängert wird, hat also auf die Längenmessung des thätigen Muskels einen merklichen Einfluss. Der a Muskel ist constant länger als der b Muskel, nicht blos wenn der Federhalter am Ende der Zunge befestigt ist, so dass die Zunge in ihrer Totalität am Contractionsacte Theil nimmt, sondern auch wenn die Befestigung desselben höher oben an der Zungenwurzel vorgenommen wird, so dass die Verkürzung der Zunge selbst in die zu messenden Contractionen nicht mit eingeht. Die vorwiegende Länge des a Muskels wird durch die Befestigung des Federhalters am untern Zungenende begünstigt. aber sie wird keineswegs durch dieselbe hervorgebracht.

Letzteres behauptet aber Weber, der sich ebenfalls auf Versuche stützt. Der Leser wird fragen, wem er nun glauben solle? Zur Entscheidung hierüber diene Folgendes:

1) Stützt sich meine Angabe auf eine überaus viel grössere Anzahl von Beobachtungen als die Weber's. Ich verweise in dieser Beziehung auf die Versuchsreihen I. II. III. IV. X. XII. XIII. und XIV. Weber's Gegenschrift enthält überhaupt nur 3 wenig umfangreiche Reihen. Von diesen ist die dritte und grösste nach meiner Methode angestellt, führt genau zu denselben Resultaten, die ich angegeben, und kann also selbstverständlich nicht gegen mich sprechen. Es bleiben demnach nur zwei kleinere Reihen übrig, welche im besten Falle als Belege für die Behauptung gelten könnten, dass bei einer zweckmässigeren Befestigung des Federhalters, als

die von mir ursprünglich benutzte, ein Längenunterschied zwischen den a und b Muskeln nicht merklich sei.

2) Während die 8 Beobachtungsreihen, welche ich vorlege, sowohl unter sich als mit den Resultaten meiner früher publicirten Arbeit vollkommen übereinstimmen, ist zwischen den 2 Reihen, die Weber mittheilt, keine Uebereinstimmung. Nur die erste seiner Versuchsreihen entspricht scheinbar seiner Behauptung, die zweite (S. 181 u. S. 182) dagegen nicht, indem nach letzterer der a Muskel allerdings länger ist als der b Muskel. Weber findet in diesem Widerspruche nichts Anstössiges, weil einerseits die Längendifferenzen merklich kleiner waren, als in den von mir beobachteten Fällen, andrerseits ihm wahrscheinlich vorkam, dass an den Längenunterschieden, welche sich nicht wegleugnen liessen, die Ermüdung des Muskels einen Antheil hatte. Indess liegt das Gewicht des von mir ausgesprochenen Satzes: der a Muskel ist im maximum der Contraction länger als der b Muskel, lediglich darin, dass der bestehende Längenunterschied ein constanter, nicht darin, dass er ein grosser ist. Was aber den von Weber urgirten Ermüdungseinfluss anlangt, so muss ich erstens in Abrede stellen, dass ein solcher Einfluss genügend erwiesen oder gar erklärt sei, andrerseits darauf aufmerksam machen, dass es für die Beurtheilung der Weber'schen Versuche gleichgültig sein dürfte, ob die zu grosse Länge der thätigen a Muskeln von der in Anwendung genommenen Versuchsmethode unmittelbar, oder vielmehr mittelbar und unter Mitwirkung von Ermüdungseinflüssen stattfinde. Denn man bedenke, dass in jeder Versuchsreihe Weber's jeder Versuch mit Ausnahme des ersten von der Ermüdung afficirt ist. Wenn also die a Methode der Ermüdung einen Angriffspunkt gestattet, welchen die b Methode nicht gestattet, mit andern Worten: wenn der a Muskel durch die nie ausbleibenden Ermüdungseinflüsse mehr gedehnt wird, als der b Muskel, so bleibt richtig, was ich behauptet, dass die von Weber berechneten Werthe der Dehnbarkeit nur auf die a Muskeln passen, mit denen er experimentirte, nicht

aber auf b Muskeln, noch auf die Muskeln des lebenden Körpers, die den Principien der b Methode folgen.

3) Weber besitzt daher nur eine Versuchsreihe, die er zu Gunsten seiner Behauptung anführen kann. Es ist dies die S. 178 seiner Schrift mitgetheilte Versuchsreihe 1. Eine genauere Untersuchung derselben wird ergeben, dass sie zur Ableitung gewichtiger Folgerungen durchaus nicht geeignet ist.

Als Object der Untersuchung diente die Froschzunge. Ein durch die Wurzel derselben gezogener Coconfaden diente beim Messen der Muskellängen als Weiser. Als Belastungsgewichte dienten abwechselnd 5 Gr. und 10 Gr. Zur Aufnahme dieser war am untern Ende des Zungenmuskels eine Wagschale angebracht, welche unter Zurechnung des Muskelgewichtes 3 Gramm wog. Da nun bei jeder Contraction nicht nur die belastete Wagschale, sondern auch die Masse des Muskels zu heben war, so betrugen die Belastungsgewichte abwechselnd 8 Gr. und 13 Gr.

Die Messung des thätigen Muskels bei 8 Gr. Belastung wurde stets so ausgeführt, dass das 5 Gramm-Stück zuerst auf die Wagschale gelegt und dann der Muskel gereizt wurde. Hatte der Muskel sich verkürzt und das gehobene Gewicht äquilibrirt, so wurde die Länge desselben an der nebenstehenden Scala mit Hülfe eines Fernrohrs abgelesen. Die Messung des thätigen Muskels bei 13 Gr. Belastung wurde abwechselnd nach zwei verschiedenen Methoden ausgeführt, einmal wie oben angegeben (also nach der a Methode), das andre Mal so, dass der Muskel erst in Contraction versetzt, dann das 10 Gr.-Gewicht auf die Wagschale gelegt, und wenn sich beide ins Gleichgewicht gesetzt hatten (?), die Ablesung gemacht wurde. Weber bezeichnet in seiner Tabelle das erstere Verfahren mit a, das zweite mit b, und folgt demnach im ersteren Falle meiner Terminologie, während er im zweiten sie aufgiebt. Sein b Verfahren hat mehr Aehnlichkeit mit meiner c Methode. Noch ist zu erwähnen, dass die Reizung des Muskels durch Tetanisiren vermittelt wurde, und dass die Ausführung der Versuche das Zusammen-

wirken zweier Personen erforderte. Prof. Weber besorgte die Reizung und Belastung des Muskels, Prof. Hankel die Ablesungen durch das Fernrohr. Das Resultat war Folgendes:

Weber's Versuchreihe 1. (S. 178).

Versuch.	Belastung.	Länge des Muskels ruhend.	Länge des Muskels thätig.	Methode.
	Gramm.	Mm.	Mm.	
1	8	43,2	22,0	—
2	13	44,5	23,0	b
3	8	43,1	22,1	—
4	13	44,5	23,0	a
5	8	43,3	22,5	—
6	13	43,9	22,7	b
7	8	43,0	23,0	—
8	13	44,0	25,0	a
9	8	42,9	24,0	—
10	13	43,8	25,0	b
11	8	42,8	25,2	—

Hierzu bemerkt Weber: „Aus dieser Versuchsreihe ergiebt sich, wie man unmittelbar erkennt, kein Unterschied des Erfolges je nachdem die Belastung vor oder nach der Contraction aufgelegt war, da die Messungen des thätigen Muskels bei a und b sich vollkommen entsprechen, mit Ausnahme der im 6ten Versuche, welche aber offenbar durch einen Versuchsfehler zu klein ausgefallen ist, da sie nicht nur kleiner als das Mittel der nächst höhern und tiefern b Messung (in Versuch 2 und 10) ausgefallen ist, sondern sogar beträchtlich kleiner, als die höhere Messung (in Versuch 2) ist, ungeachtet letztere um 4 Ermüdungsstufen höher steht.“

Mit Bezug hierauf streicht Weber die 6te Beobachtung und findet dann durch Rechnung, dass die Länge des thätigen a Muskels der des thätigen b Muskels gleich, nämlich im Mittel aller Versuche 24 Millimeter sei! —

Ich gestehe, dass mich weder die Versuche, noch die auf sie gegründeten Rechnungen befriedigen, und glaube beweisen zu können, dass hierzu hinreichende Gründe vorliegen. Schon oben wurde angegeben, dass Weber's b Versuche eine Art

Nachahmung meiner c Versuche sind; nur ist die Nachahmung eine unvollkommene. Meine c Versuche sind mit Zuziehung des Kymographion angestellt, Weber's b Versuche nicht, und eben deshalb sind sie unzuverlässig. Der Grund ist leicht einzusehen. Der Muskel wird tetanisirt und im Momente der grössten Verkürzung belastet. Bemerke man beiläufig, dass die Wahrnehmung des rechten Zeitpunktes für die Belastung bei der hier stattfindenden Concurrenz zweier Experimentatoren sehr schwierig sein muss. Der Eine steht am Fernrohr und beobachtet die Verkürzung, der Andere legt das Gewicht auf, sobald dieselbe erfolgt. Dies setzt eine wechselseitige Verständigung zwischen den Beobachtern voraus, welche zur Quelle so mancher Irrthümer werden dürfte. Die Hauptsache aber ist folgende. In dem Augenblicke, wo der Muskel belastet wird, erfolgt eine plötzliche Ausdehnung desselben. Die Expansionsbewegung des zarten Zungenmuskels ist bei Anhängung von 10 Gr. so schnell, dass derselbe beträchtlich über die vom Gleichgewicht geforderte Länge hinausgerissen wird, und in Folge dessen eine secundäre elastische Contraction macht, die jedoch wiederum so heftig ist, dass sie den Muskel ein zweites Mal über die Lage des Gleichgewichts hinaustreibt und ungebührlich verkürzt. Auf diese Verkürzung folgt unmittelbar und anfänglich mit ziemlicher Schnelligkeit eine anhaltende Verlängerung.

Nun sagt Weber, es sei die Länge des b Muskels gemessen worden, wenn dieser das Gewicht äquilibrirt habe, aber die Methode des Versuches machte eine auch nur einigermassen genaue Beurtheilung des Momentes, in welchem der Muskel die Gleichgewichtslage passirte, geradezu unmöglich[1]. Nach zahlreichen, eignen Erfahrungen über diesen Gegenstand muss ich annehmen, dass den von Weber und Hankel ausgeführten Messungen der thätigen b Muskeln beträchtliche Fehler anhaften.

1) Die am Kymographion gezogenen Muskelcurven erlauben die hier erwähnte Schwierigkeit zu besiegen, wie ich in Müller's Archiv 1857 S. 34 gezeigt habe.

Hätte nun Weber eine sehr grosse Anzahl von Versuchen angestellt, so liesse sich hoffen, dass diese Fehler sich gegen einander ausgleichen und die Aufstellung eines mittleren Längenwerthes gestatten würden, aber zwei Beobachtungen an a Muskeln und drei an b Muskeln lassen sich zu diesem Zwecke nicht verwerthen.

Gleichwohl hat Weber nicht nur seine paar Beobachtungen zur Berechnung von Mittelwerthen benutzt, sondern er hat sogar noch eine Beobachtung, die seinen Betrachtungen ungünstig war (die 6te) gestrichen! Dies Verfahren rechtfertigt er höchst unzulänglich dadurch, dass Beobachtung 6 zu Beobachtung 2 und 10 nicht passe. Nur wo zahlreiche Beobachtungen vorliegen, ist das Wegwerfen einzelner, die aus der Reihe fallen, zulässig. Freilich ist Beobachtung 6 höchst wahrscheinlich falsch, aber dies berechtigt nicht sie zu eliminiren, denn die Versuchsreihe enthält noch mehr Fälle, die höchst wahrscheinlich falsch sind[1]). Wenn Weber mit Bezugnahme auf gewisse Wahrscheinlichkeitsgründe einen Fall, der ihm unbequem ist, eliminirt, und dann zu dem gewünschten Resultate kommt, es sei gleichgültig für den Erfolg, ob der Muskel vor oder nach der Contraction belastet werde, so brauche ich nur seinem Beispiele zu folgen, um aus derselben Versuchsreihe das Gegentheil abzuleiten.

Ich sage: die Länge des thätigen a Muskels in Versuch 4 ist durch einen Versuchsfehler zu klein. Denn sie ist nicht grösser als die Länge des thätigen b Muskels in Versuch 2, obschon sie durch die Ermüdung einen merklichen Zuwachs erhalten haben musste. Eine zweite Andeutung, dass die in Frage gestellte Länge zu klein sei, liegt in Folgendem. Der Längenunterschied der thätigen Muskeln in Versuch 2 und 10 beträgt 2 Millimeter, und ist die Folge der durch 8 Versuche bedingten Ermüdung. Aller Wahrscheinlichkeit entgegen unterscheiden sich der Tabelle zufolge die Längen der beiden a Muskeln ebenfalls um 2 Millimeter. Dies sollte nicht sein,

---

1) So lässt die viel zu grosse Länge des thätigen Muskels in Versuch 11 auf ein starkes Versehen schliessen.

da sie nur um 4 Ermüdungsstufen aus einander liegen, und der offenbar zu grosse Unterschied fiele weg, wenn a im 4ten Versuche länger wäre. Wir wollen also die handgreiflich falsche Beobachtung 4 streichen, und, wie nun die Noth gebietet, nur die Beobachtungen 5—11 in Rechnung bringen. Dann ist die Länge des thätigen a Muskels = 25 Mm., dagegen die Länge des thätigen b Muskels (im Mittel von Versuch 6 und 10) nur 23,8 Mm.!

Kommen wir zum Schlusse. Da das unvollkommene Experimentalverfahren, dessen sich Weber bediente, zu ansehnlichen Versuchsfehlern Anlass geben musste, und nachgewiesener Massen Anlass gegeben hat (denn der von Weber selbst urgirte Messungsfehler in Versuch 6 beträgt $^1/_{18}$ der Muskellänge), so hindert nichts anzunehmen, dass der Längenunterschied des a und b Muskels, dessen beständiges Dasein von mir auf das Bündigste erwiesen worden, sich in der Weber'schen Versuchsreihe hinter den Beobachtungsfehlern verstecke.

Freilich müsste dann der bezügliche Längenunterschied ein sehr geringer gewesen sein, indess kann ich nachweisen, dass die von Weber benutzte Experimentalmethode in der That die Werthe jener Längenunterschiede ausserordentlich herabdrückte. Weber hat die Muskeln, an welchen er experimentirte, tetanisirt, während ich durch Inductionsschläge reizte, und nur hieran liegt es, dass seine Resultate von den meinigen abweichen. Ich darf erwarten, dass die nähere Begründung dieses Ausspruches für alle Fachgenossen von Interesse sein werde.

Versuche, welche nach den verschiedensten Methoden angestellt worden, haben ganz allgemein bewiesen, dass die Länge des thätigen belasteten Muskels eine Function der Arbeit sei. Je mehr der Muskel im Contractionsacte angestrengt worden, um so weniger contrahirt er sich, oder mit andern Worten, um so länger ist er im Momente der grössten Verkürzung.

Da die a Methode den Muskel mehr anstrengt als die b Methode, wie früher erörtert worden, so war vorauszusehen,

dass die Länge des thätigen a und b Muskels verschieden ausfallen und dass die des ersteren überwiegen müsse. Dagegen ist fraglich, ob unbeschadet meiner Grundansicht diese von der Experimentalmethode abgeleitete Längendifferenz unscheinbar werden, vielleicht sogar gänzlich fehlen könne. Offenbar hat Weber diese Frage bei sich selbst verneint, während ich sie bejahe. Ich behaupte, dass die Grösse jener Längendifferenzen, welche von den Anstrengungen der Versuchsmethoden a und b abhängen, in einem reciproken Verhältnisse zu einer zweiten Anstrengung stehn, welche ihrerseits unabhängig von diesen Versuchsmethoden ist.

Ganz unabhängig vom Experimentalverfahren a und b ist nämlich die Anstrengung, welche vom Reize ausgeht. Reizt man den Muskel durch Inductionsschläge, so ist diese Anstrengung sehr klein, und folglich machen sich die Anstrengungen der Versuchsmethoden nebst ihren Folgen sehr geltend; reizt man dagegen durch Tetanisirung, so ist die Anstrengung des Muskels (mit Bezug auf die Menge der unablässig wiederkehrenden Reize) sehr gross, demnach werden die von dem Experimentalverfahren a und b abhängigen Anstrengungsdifferenzen in den Hintergrund treten. Der Fall verhält sich ganz ähnlich wie folgender: Wenn man in ein Zimmer, welches von einer Kerze beleuchtet wird, eine zweite bringt, so ist der Unterschied der Helligkeit in beiden Fällen sehr auffallend. Ob man aber in ein Zimmer, welches von 100 Kerzen beleuchtet wird, noch eine oder noch zwei andre bringe, wird kaum bemerkt werden. Ist also meine Lehre von dem Einflusse der Arbeit auf die Länge der thätigen Muskeln in der Natur begründet, so versteht sich von selbst, dass der Längenunterschied der a und b Muskeln beim Tetanisiren dieser abnehmen und bei heftigster Reizung unmerklich werden müsse.

Um diese Betrachtungen zu rechtfertigen, werde ich Erfahrungen vorlegen. Ich habe an einem frisch eingefangenen, sehr grossen und kräftigen Frosche eine lange Versuchsreihe in zwei Abtheilungen angestellt. In den ersten 33 Versuchen wurde die Reizung des Muskels durch Inductionsschläge ver-

mittelt, in den folgenden 21 Versuchen durch Tetanisirung. Der Federhalter, von 2,7 Gr. Schwere, war am m. hyoglossus in der Gegend der Zungenwurzel befestigt.

Versuchsreihe XIV.

Abtheilung 1, durch Inductionsschläge gereizt.

Versuch.	Belastung.	Muskellänge unthätig.	Muskellänge thätig.	Hubhöhe.	Muskel.
	Gramm.	Mm.	Mm.	Mm.	
1	0	42,5	27,0	15,5	u
2	5	42,5	29,8	12,7	b
3	5	48,1	38,7	9,4	a
4	5	42,8	33,7	9,1	b
5	0	42,5	27,0	15,5	u
6	5	42,6	32,6	10,0	b
7	5	48,2	38,5	9,7	a
8	5	42,5	32,9	9,6	b
9	0	42,6	27,1	15,5	u
10	5	42,6	32,2	10,4	b
11	5	48,0	38,5	9,5	a
12	5	42,9	33,0	9,9	b
13	0	42,5	27,0	15,5	u
14	5	42,8	32,4	10,4	b
15	5	48,2	36,4	11,8	a
16	5	42,8	33,3	9,5	b
17	0	42,6	27,6	15,0	u
18	5	43,0	32,2	10,8	b
19	5	48,4	38,9	9,5	a
20	5	43,0	34,4	8,6	b
21	0	43,0	28,5	14,5	u
22	5	43,0	33,7	9,3	b
23	5	48,3	38,8	9,5	a
24	5	43,1	34,6	8,5	b
25	0	43,1	26,6	16,5	u
26	5	43,1	34,3	8,8	b
27	5	48,5	38,9	9,6	a
28	5	43,3	34,7	8,6	b
29	0	43,2	27,8	15,4	u
30	5	43,6	34,1	9,5	b
31	5	48,8	38,8	10,0	a
32	5	43,6	34,6	9,0	b
33	0	43,4	27,4	16,0	u

Abtheilung 2, durch Tetanisiren gereizt.

Versuch.	Belastung.	Muskellänge unthätig.	Muskellänge thätig.	Hubhöhe.	Muskel.
	Gramm.	Mm.	Mm.	Mm.	
34	0	43,4	7,9	35,5	u
35	5	43,4	13,9	29,5	b
36	5	46,9	15,4	31,5	a
37	5	43,4	16,2	27,2	b
38	0	43,4	9,8	33,6	u
39	5	43,6	19,0	24,6	b
40	5	45,2	20,8	24,4	a
41	5	43,4	22,6	20,8	b
42	0	41,4	16,0	25,4	u
43	5	41,4	26,9	14,5	b
44	5	44,5	28,6	15,9	a
45	5	41,2	29,8	11,4	b
46	0	40,7	20,2	20,5	u
47	5	40,9	32,2	8,7	b
48	5	44,0	33,5	10,5	a
49	5	40,4	33,0	7,4	b
50	0	40,0	24,3	15,7	u
51	5	40,4	35,2	5,2	b
52	5	44,2	36,7	7,5	a
53	5	40,4	36,6	3,8	b
54	0	40,3	27,3	13,0	u

Nach Ausgleichung der Ermüdungseinflüsse erhält man folgende Werthe.

Berechnung der Versuchsreihe XIV.

Ermüdungsstufe nach Versuch.	Länge des thätigen Muskels. u	b	a	Verhältniss.	Reiz.
	Mm.	Mm.	Mm.	a : b	
3	27,0	31,75	38,7	1,219	Inductionsschläge.
7	27,05	32,75	38,5	1,176	
11	27,05	32,6	38,5	1,181	
15	27,30	32,85	36,4	1,108	
19	28,05	33,3	38,9	1,168	
23	27,55	34,15	38,8	1,136	
27	27,02	34,50	38,9	1,127	
31	27,60	34,35	38,8	1,130	

Ermüdungsstufe nach Versuch.	Länge des thätigen Muskels.			Verhältniss.	Reiz.
	u	b	a	a : b	
	Mm.	Mm.	Mm.		
36	8,85	15,05	15,40	1,023	Tetanisirung.
40	12,9	20,8	20,80	1,000	
44	18,1	28,35	28,60	1,009	
48	22,25	32,60	33,50	1,028	
52	25,80	35,90	36,70	1,022	

Die Versuche bestätigen also die von mir angestellte Betrachtung aufs vollständigste. Die Längendifferenzen der a und b Muskeln sind in der Abtheilung, wo wir tetanisirten, ohne Ausnahme viel kleiner als in der Abtheilung, wo wir durch Inductionsschläge reizten; ja es kommt sogar ein Fall vor, wo die Differenz ganz schwindet (Ermüdungsstufe 40). Da nun Weber die Muskeln stets tetanisirte, so ist begreiflich, dass er in seiner Versuchsreihe 2 kleine Differenzen erhielt, desgleichen nicht auffallend, dass in seiner Versuchsreihe 1 die sehr kleinen Differenzen sich hinter den grossen Beobachtungsfehlern verstecken. Vollständig widerlegt endlich ist Weber's Vermuthung, dass die Längendifferenzen der a und b Muskeln, in wiefern sie vorkämen, nur in Folge der Ermüdung auftreten. Meine Versuche sind an einem frisch eingefangenen und äusserst kräftigen Frosche gemacht, und die Tabelle lehrt, dass gerade in den ersten Beobachtungen, wo der Muskel am wenigsten angestrengt war, die in Frage stehende Differenz am deutlichsten hervortritt, während sie in der zweiten Abtheilung der Versuche, wo die beträchtliche Verminderung der Hubhöhen auf eine grosse Ermüdung des Muskels zu schliessen gestattet, der Einfluss der a und b Methode auf die Muskellängen kaum merklich ist.

Fast überflüssig ist es zu bemerken, dass die ausserordentlich geringen Längenunterschiede der a und b Muskeln, welche in der zweiten Abtheilung der Versuchsreihe XIV. zum Vorschein kommen, nicht etwa massgebend für alle Fälle sind, in welchen die Reizung des Muskels durch Tetanisiren bewirkt wird. Auch in tetanisirten Muskeln können

die von der a und b Methode abhängigen Längendifferenzen deutlich hervortreten, man braucht, um sich hiervon zu überzeugen, nur mit recht geringer Stromstärke zu arbeiten. (Vgl. Versuchsreihe IV.)

So viel zur Abwehr der gegen mich gerichteten Angriffe. — Wer sich die Mühe genommen, meinen vorstehenden, freilich etwas weitschichtigen Auseinandersetzungen zu folgen, der muss sich überzeugt haben, dass die von Weber verheissene experimentelle Widerlegung meiner Versuche verunglückt ist. Weber hat nur einen Theil der Versuche, auf welche sich meine Betrachtungen stützen, nachgemacht, er hat keinen einzigen derselben streng wiederholt, sondern sich in jedem Falle Modificationen, zuweilen höchst einflussreiche, gestattet: wie hätte ich auf diesem Wege widerlegt werden können? Ueberhaupt hat Weber von den Erscheinungen, die ich behandle, zu wenig gesehn, um ein entscheidendes Urtheil zu haben. Dafür spricht nicht blos seine an Beobachtungen arme Gegenschrift, sondern viel bestimmter der Umstand, dass ihm die Bedeutung, welche die verschiedene Stärke und Dauer des electrischen Reizes in unserer Streitfrage haben, ganz entgangen ist.

Die von mir gegebenen experimentellen Beweise, dass die Länge der thätigen Muskeln merklich von der Grösse ihrer Arbeit abhänge, stehn also unerschüttert fest, und es kann demnach nur fraglich sein, ob die von mir ermittelten Thatsachen für die Kritik der Elasticitätstheorie von Belang sind.

Weber selbst äussert in dieser Beziehung (S. 169), dass, die Richtigkeit der von mir gewonnenen Resultate vorausgesetzt, dieselben mit seiner Lehre allerdings vereinbar wären. Die Ermüdung des Muskels sei nämlich nicht blos von der Dauer des thätigen Zustandes, sondern auch von der Grösse der Anstrengung des Muskels während derselben abhängig, und wiederum habe er den Einfluss der Ermüdung auf die elastischen Kräfte ausdrücklich hervorgehoben.

Dies Alles scheint mir vollkommen begründet und ist

nirgends von mir in Abrede gestellt worden. Im Gegentheil! obschon ich geneigt war zu zweifeln, dass die Längendifferenzen thätiger Muskeln, die ich bei Anwendung verschiedener Experimentalmethoden beobachtet hatte, nur auf Ermüdungsvorgängen beruhen sollten, so habe ich sie doch in meiner Abhandlung als solche dargestellt; denn bei der Anerkennung, welche die Betrachtungen Weber's bereits errungen, schien es mir angemessen, meine eigenen, noch keineswegs abgeschlossenen Ansichten denselben vorläufig unterzuordnen.

Mit Rücksicht auf Weber's Annahme, dass eine Vereinbarung meiner Versuche mit seiner Lehre möglich sei, wenn nur die Ermüdungseinflüsse in ihrem ganzen Umfange in Anschlag gebracht würden, hatte ich das Zugeständniss gemacht, dass eine Ermüdung vorkomme, die in jedem einzelnen Versuche rasch entstehe und eben so rasch verschwinde, weil die zwischen je 2 Contractionen eintretende Ruhe eine fast vollständige und merkwürdig rasche Wiederherstellung der verbrauchten Kraft vermittle. — Nämlich so, und nur so, liess sich begreifen, dass ein Effect der Anstrengung, welchen Weber in die Kategorie der Ermüdung zu bringen wünschte, einem ersten Versuche anhaften, und einem zweiten, unmittelbar folgenden, fehlen konnte. Man erinnere sich, um das Gesagte zu verstehen, der d Versuche mit gehenkelten Gewichten. Wird das Gewicht dem Federhalter einfach angehangen, so dass es vom Beginn der Verkürzung an als Last wirkt, so contrahirt sich der Muskel verhältnissmässig wenig und nimmt eine Länge an, die wir mit l bezeichnen wollen. Wird dann in einem zweiten und unmittelbar folgenden Versuche dem Gewichte eine Flucht gestattet, so dass der Muskel sich eine Zeit lang contrahirt ohne die Mühe des Hebens zu haben, so verkürzt er sich kräftiger und gewinnt nicht die Länge l, sondern die Länge l — m, d. h. er wird im zweiten Versuche um m kürzer als im ersten. Soll dieser Unterschied der Erfolge durch Ermüdung erklärt werden, und dies beabsichtigt ja Weber, um meine Versuche mit seiner Lehre in Einklang zu bringen, so bleibt

nichts übrig als zu sagen: der Muskel im zweiten Versuche hat sich kräftiger contrahirt, weil ihm eine Ermüdung erspart wurde, und weil er sich kräftiger contrahirte, ist er um m kürzer. Selbstverständlich muss man hiernach auch sagen: der Muskel im ersten Versuche ist um m länger, als der Muskel im zweiten, weil er mehr ermüdet wurde, und sein Längenüberschuss = m ist der Effect der Ermüdung. Nun fehlt aber dieser Längenüberschuss im zweiten Versuche, und folglich ist der Ermüdungseffect zwischen dem ersten und zweiten Versuche beseitigt worden.

Gleichwohl rügt die Gegenschrift (S. 183), dass ich der Ermüdung nicht nur übertriebene Wirkungen, sondern auch besondere, ganz wunderbare Eigenschaften zuschreibe. Aber Weber dürfte nur die Wahl haben, ob er meine sonderbare Ermüdung acceptiren, oder auf die Hinterthür der Ermüdung, die er sich öffnet, verzichten will. Ich sehe hier kein tertium.

Um den oppositionellen Charakter meiner Arbeit näher zu bezeichnen, so habe ich nicht behauptet und noch viel weniger behaupten wollen, dass meine Versuche geeignet wären, die Weber'sche Theorie zu widerlegen, sondern ich habe mit Bezugnahme auf meine Versuche zu erweisen gesucht:

Erstens: dass die Experimente Weber's über die Muskeldehnbarkeit der Vergleichbarkeit unter sich entbehren, und eben deshalb zur Ableitung allgemeiner Folgerungen unbrauchbar sind, und

Zweitens: dass die Elasticitätstheorie, welche Weber als die einzig zulässige voraussetzt, einer derartigen Ausbildung, wie die exacten Wissenschaften sie beanspruchen, unfähig scheine. —

Anlangend den ersten Punkt, so spreche ich in Uebereinstimmung mit Weber (s. dessen Gegenschrift S. 194) physikalischen Versuchen die Vergleichbarkeit unter sich dann ab, wenn einflussreiche Verhältnisse auf die einen eingewirkt haben, auf die andern nicht. Dass Versuche, welchen die Vergleichbarkeit abgeht, nicht zur Begründung allgemeiner Folgerungen dienen können, versteht sich von selbst, und es

bleibt also nur die Frage übrig, ob die von mir angegriffenen Versuche unter dem Einflusse gleicher Verhältnisse angestellt wurden, oder nicht.

Die Frage, welche gelöst werden sollte, war die: ändert sich die Dehnbarkeit thätiger Muskeln mit den Gewichten, und wie ändert sie sich? Um diese Frage zu lösen, wird ein und derselbe Muskel in einer Reihenfolge von Versuchen mit verschiedenen Gewichten belastet, nachdem er durch die Belastung eine Verlängerung erfahren, tetanisirt und im Momente der grössten Verkürzung gemessen.

Dass nun aus derartigen Unterlagen nicht ohne Weiteres auf die Dehnbarkeit des thätigen Muskels gefolgert werden könne, lag auf der Hand. Die Versuche waren unvergleichbar, weil der Einfluss der Ermüdung, welcher beim Tetanisiren sehr beträchtlich ist, sich in den verschiedenen Versuchen in sehr verschiedenem Grade geltend machen musste. Um diesem Uebelstande zu begegnen, benutzte Weber sein bekanntes Verfahren zur Ausgleichung der Ermüdungseffecte, ein Verfahren, welches im günstigsten Falle bewirken kann, dass die Ermüdungseffecte, die in einer Versuchsreihe von einem Falle zum andern continuirlich wachsen, zwischen alle Versuche gleichmässig vertheilt werden. Mit derartigen Ausgleichungen glaubte Weber alles Ungleichartige, was seinen Versuchen anhaftete, beseitigt zu haben, täuschte sich aber, indem die Ungleichheiten übrig blieben, welche der Grösse der Anstrengung entsprachen, die der Muskel in jedem neuen Versuche von neuem zu machen hatte.

Es kann nämlich nach allen von mir vorgelegten Erfahrungen kein Zweifel sein, dass die Arbeit des Hebens Veränderungen in dem Muskel hervorruft, welche nicht wie die Ermüdungseffecte von einem Versuche zum andern fortwachsen, sondern ihre Wirksamkeit auf die Dauer der Periode beschränken, innerhalb welcher der Contractionsact seinen Ablauf nimmt. Solche Veränderungen entstehen in Folge der geringsten Differenzen der Anstrengung und erstrecken ihre Wirksamkeit bis auf die Molecularverhältnisse, von welchen die elastischen Kräfte abhängen. So fand sich in den d Versuchen, dass die kleinste Vergrösserung der Flucht,

die man dem gehenkelten Gewichte gestattet (also die kleinste Erleichterung der Arbeit) auf die Grösse der Dehnbarkeit einen merklichen Einfluss ausübte. Weiter: ein Zungenmuskel, welcher das kleine Gewicht von 5 Gramm, eine fast verschwindend kurze Zeit getragen, vermag, nachdem er entlastet worden, sich nicht in dem Grade zu verkürzen, als er dies in einem zweiten und folgenden Versuche vermag, in welchem diese unbedeutende Arbeit ihm erspart wird. Es ist also einleuchtend, dass ein Muskel, welcher sich in dem einen Falle durch das Aufheben eines grösseren Gewichts mehr angestrengt hat, als in einem andern Falle, durch Aufheben eines kleinern, sich in jedem dieser Fälle unter dem Einflusse anderer Verhältnisse befindet, und Versuche, in welchen derartige Verschiedenheiten sich geltend machen, hatte Weber selbst unvergleichbar genannt.

Auf diese Unvergleichbarkeit der Weber'schen Versuche hatte ich in meiner kleinen Abhandlung aufmerksam gemacht, und ich kann mein Befremden nicht unterdrücken, dass Weber dem Einwurfe, der hierin lag, allen logischen Zusammenhang abspricht. Er urgirt, dass er in seinen Versuchen sich immer derselben Methode (der a Methode) bedient habe. Gesetzt — sagt er — dieselbe brächte Nachtheile mit sich, so müssten dieselben alle Versuche gleichmässig treffen und folglich die Vergleichbarkeit derselben unberührt lassen. — Ich muss nochmals beklagen, dass Weber sich durch meine Einwürfe in einem Grade verstimmen lässt, welcher der Unbefangenheit seines Urtheils wesentlich schadet. Der Vorwurf der Unvergleichbarkeit, welchen ich seinen Versuchen gemacht habe, steht mit der a Methode und ihrer constanten Benutzung in gar keinem Zusammenhange, sondern bezieht sich lediglich auf den Wechsel der Belastung und die den verschiedenen Belastungen inhärirenden Differenzen der Anstrengung. Dies ergiebt sich aus dem Wortlaute meiner Abhandlung so unmittelbar, dass ich nicht begreife, wie Missverständnisse in dieser Hinsicht möglich waren.

So schlimm dies klingt, so berechtigt scheint mir's, zu sagen, dass die von Weber ausgeführten Messungen thätiger Muskeln, mit Rücksicht auf den Zweck, den er im Auge

hatte, zu gar nichts geführt haben. Die Frage: „ob die Dehnbarkeit der thätigen Muskeln mit den Gewichten sich ändere, und wie?" ist durch Versuche, denen die Vergleichbarkeit abgeht, ihrer Lösung nicht näher gerückt worden.

Anlangend den zweiten von mir gemachten Einwurf, so bin ich der Ansicht, dass die im Vorhergehenden erläuterten Uebelstände unheilbarer Art sind, in welchem Falle der Elasticitätslehre alle Lebensfähigkeit vollständig abzusprechen sein würde.

Die Erscheinungen, an welchen wir die Dehnbarkeit studiren, hängen den Versuchen zu Folge auch von der Grösse der Arbeit ab, welche mit der Contraction des Muskels verbunden ist. In sofern es sich nun um die Dehnbarkeit thätiger Muskeln handelt, ist dieser Einfluss der Arbeit nicht eliminirbar. Das würde an sich nichts schaden, wenn die von ihm ausgehenden Störungen eine Ausgleichung gestatteten. Aber dieselben Gewichte, mit welchen wir den Muskel belasten um seine Formveränderungen als dehnbarer Körper kennen zu lernen, verändern gleichzeitig die Form desselben durch den Einfluss der Anstrengung, und weiter: dieselben Variationen der Belastungsgewichte, die wir herbeiführen, um den Einfluss der Anstrengung auf die Muskellänge zu ergründen, verändern diese Länge durch das Mittel der Zugkraft. Indem wir weder die Wirksamkeit verschiedener Zugkräfte bei gleicher Arbeit, noch die Einwirkung der von den Gewichten abhängigen Anstrengung bei gleichen Zugkräften beobachten können, muss uns das Gesetz, nach welchem die Zugkraft einerseits und die Anstrengung andrerseits die Form des Muskels verändert, stets unbekannt bleiben.

Ich will diese wichtige Behauptung noch in anderer Form begründen. Untersuchen wir zunächst, unter welcher Voraussetzung die Ableitung des Dehnbarkeit-Gesetzes aus den uns gegebenen Thatsachen denkbar wäre. Gegeben sind nämlich Längenmessungen thätiger Muskeln, welche in nachweislich verschiedenem Grade belastet sind. Die Längen L dieser Muskeln sind abhängig:

1) von der natürlichen Länge des thätigen Muskels = l.

2) von den elastischen Kräften des Muskels = e.

3) von den Belastungsgewichten = p.

Es ist also die Länge des thätigen Muskels, welche durch die Versuche gegeben ist, eine zusammengesetzte Function:

$$L = \varphi\ (l,\ e,\ p).$$

Nun ist einleuchtend, dass das gesuchte Gesetz: wie die Längen des thätigen Muskels mit den Belastungsgewichten wachsen, sich würde finden lassen, wenn l und e constante Grössen wären. In diesem Falle wären nämlich die Längenveränderungen nur abhängig von dem variabeln Gewichte.

Eben so einleuchtend ist andrerseits, dass, wenn l und e variabel sind, die mit der verschiedenen Belastung eintretenden Veränderungen des Werthes L uns keinen Aufschluss über das gesuchte Gesetz geben, wofern nicht die Werthe l und e gegeben und das functionale Verhältniss zwischen L und diesen beiden Gliedern der Gleichung bekannt ist. Beides ist nicht der Fall. Sowohl l als e sind meinen Versuchen zufolge wieder Functionen von p, d. h. abhängig von der Anstrengung, die mit dem Heben des Gewichtes verbunden ist. In welchem functionellen Verhältnisse zum Gewichte sie stehen, weiss man aber nicht, und was die Hauptsache ist, die Elasticitätslehre besitzt keine Mittel, diese Lücke unseres Wissens auszufüllen.

Dies der Grund, weshalb ich die Weber'sche Elasticitätslehre keiner derartigen Ausbildung fähig erachte, wie sie die exacten Naturwissenschaften beanspruchen. Eine Theorie soll zeigen, wie das, was geschieht, die gesetzliche Folge der gegebenen Bedingungen ist. Sie soll aber durch diesen Nachweis erklären was geschieht, und vorauszusehen gestatten, was geschehen wird. Freilich besitzen wir im Gebiete der physiologischen Wissenschaften noch keine Theorien, welche diesem Ansprache genügen, und müssen in Hoffnung einer Reife, die sie noch gewinnen werden, die Unreife, die sie jetzt haben, geduldig hinnehmen. Lässt sich aber nachweisen, dass eine physiologische Theorie ihrer Natur nach unfähig ist sich zu Dem zu entwickeln, was sie werden sollte, so ist es gerathen, sie aufzugeben und an eine andere zu denken.

Ueber Pilidium und Actinotrocha.

Von

Dr. A. Krohn.

Pilidium.

Das fast constante Vorkommen einer jungen Nermertine (des *Alardus* Busch) im Innern des *Pilidium*, hat zu zwei entgegengesetzten Deutungen Anlass gegeben. Nach der einen liegt dieser Erscheinung möglicherweise ein Generationswechsel zu Grunde. Das *Pilidium* erzeugt die Nemertine und hätte sonach die Bedeutung einer Amme. Nach der andern Ansicht liesse sich das Verhältniss aus einem nur zeitweiligen Aufenthalte der Nemertine in der nach aussen offenen Leibeshöhle des *Pilidium* erklären. Die Einwanderung des Wurms sei um so eher denkbar, als beide Thiere durch die Art des Einfangens mit dem feinen Netz von weit her zusammengebracht, und mit dem ganzen Auftrieb des Fischens auf eine verhältnissmässig kleine Wassermenge versetzt seien. (J. Müller: über verschiedene Formen von Seethieren. Arch. f. Anatom. u. Physiol. 1854 p. 81).[1])

1) Aus einem Briefe an mich vom 13. October 1854 ersehe ich, dass J. Müller diese Ansicht seit seinem letzten Aufenthalte in Helgoland aufgegeben hat. Ich erlaube mir folgende darauf Bezug habende Stelle aus jenem Briefe hier mitzutheilen: „Von *Pilidium* kamen zwei Arten vor. Beide enthielten bei einer gewissen Ausbildung und Grösse in der Regel einen Nemertinen, und bei der einen Art war es wieder der *Alardus caudatus*. Exemplare von gleicher Grösse, welche keinen Wurm enthielten, waren etwas verschrumpft und hatten den Federbusch verloren, sie bewegten sich wie die andern, etwas langsamer. Alles dies ist der Ansicht vom Generationswechsel dieser Thiere günstig."

Dass die Nemertine im Innern des *Pilidium* entsteht und sich entwickelt, dafür spricht nach meinen neuerdings angestellten Untersuchungen sowohl der innige Zusammenhang beider mit einander, als auch das Schicksal, das dem *Pilidium* zur Zeit der vollendeten Reife des Wurms bevorsteht. Nach einzelnen Beobachtungen möchte ich vermuthen, dass der Wurm schon frühe, ehe noch das *Pilidium* seine völlige Ausbildung erreicht hat, angelegt werde.

Die deutlich abgegrenzte Höhle, in welcher der Wurm zur Zeit der herannahenden Reife liegt, mündet keineswegs, wie man bisher angenommen hat, durch die runde, von einem flimmernden Wulste umgebene Oeffnung an der Unterseite des Hutes oder Schirms, nach aussen. Dieser Eingang führt vielmehr direct in den Darm des Wurms, ist mithin die Mundöffnung des letztern. Um den Mund herum steht nun der Wurm, der sonst so frei in der Höhle liegt, dass man ihn zu Zeiten lebhaft sich bewegen sieht (J. Müller l. c. p. 80, 81), in festem Verbande mit dem *Pilidium*.

Auf der Innenseite jedes der beiden abwärts gerichteten Schirmlappen findet sich ein schmaler flimmernder Streifen, welcher in bogenförmiger Krümmung gegen den Mund aufsteigt und zuletzt mit dessen wimpernder Umwallung zusammentrifft. Ohne Zweifel wird durch diese Vorrichtung dem Wurme die im Wasser vertheilte nöthige Nahrung zugeführt.

Wenn der Wurm seine völlige Reife erlangt hat, so durchbricht er den obern oder gewölbten Theil des Schirms, welcher alsbald zusammenfällt und einschrumpft, während die Schirmlappen keine sichtliche Veränderung erleiden. Der auf solche Weise frei zu Tage getretene Wurm hängt dann nur noch in der oben angeführten Gegend um den Mund, dem Ueberreste des *Pilidium* an. Ob nun dieser Ueberrest ohne Weiteres abgestossen wird, oder ob er, wie ich es in einem Falle gesehen, von dem Wurme verschlungen wird, darüber mögen künftige Beobachtungen entscheiden. Ich bemerke nur noch, dass der Wurm mit dem Hinterleibe zunächst aus dem Schirm hervortritt.[1])

1) Max Müller hat einen Fall beobachtet, wo der Schwanzanhang des sich fortwährend bewegenden *Alardus*, nach dem Gipfel des

Es scheint jedoch, dass der Wurm nicht immer auf dem eben angedeuteten Wege sich freimacht. Es mag Fälle geben, wo er von der Unterseite des Schirms aus zu Tage tritt. Es sprechen dafür die von J. Müller (l. c. p. 80) erwähnten herumkreisenden Pilidien, die keinen Wurm in ihrem Körper enthalten. Derartige Exemplare habe auch ich, wenngleich selten, angetroffen. Ueber das endliche Loos dieser Pilidien kann nach der oben (Anmerk. 1) angeführten Beobachtung von J. Müller kein Zweifel sein. Sie gehen allmählig zu Grunde.

Die von Desor und M. Schultze beobachtete Entwickelung einer wahrscheinlich mit *Nemertes olivacea* Johnst. identischen Art, unterscheidet sich von der hier zur Sprache gebrachten, wie es scheint, nur darin, dass die Larve nicht zum *Pilidium* sich ausbildet, vielmehr auf dem Embryonenzustande verharrt. Im Uebrigen ist aber die Analogie unverkennbar. In dem letzten, dem Ausschlüpfen der jungen *Turbellarie* vorausgehenden Stadium, liegt diese auch hier ganz frei im Innern der Larve, und steht nur noch um den Mund herum, den man an der wimpernden Oberfläche der Larve deutlich als eine von wulstigen Lippen begränzte Oeffnung unterscheidet, mit ihr in Verbindung. Beim Hervorschlüpfen des Wurms löst sich die Larve in einzelnen Bruchstücken bis auf die gedachte Stelle um den Mund, die erst später sich lostrennt, ab (M. Schultze in der Zeitschr. f. wissenschaftl. Zoologie Bd. 4 p. 181 sq.).

Bei der grossen Einförmigkeit der Pilidien im Aeussern, lassen sich die verschiedenen Arten meist nur an dem in ihnen eingeschlossenen Wurme erkennen. Bald ist der Wurm mit einem Schwanzanhange versehen, bald wieder nicht, wie schon J. Müller (Anmerk. 1) nachweist. Im letztern Falle zeigte er sich mir entweder spindelförmig oder hinten breiter und abgerundet. Bei manchen Pilidien besitzt er zwei Augen-

---

Schirms gerichtet war (s. J. Müller l. c. p. 81 Tab. IV. Fig. 4). Wahrscheinlich war der Wurm in diesem Falle nahe daran den Schirm zu durchbrechen.

punkte, bei andern ist er augenlos. Der Darm des Wurms ist bald gelb oder braun gefärbt, bald farblos.

Zuweilen spricht sich jedoch die Artdifferenz schon im Aeussern aus. So habe ich ein kleines *Pilidium* beobachtet, das von den gewöhnlichen Formen sichtlich abweicht. Die beiden senkrecht nach unten gerichteten Schirmlappen sind nur von geringem Umfang, viel länger als breit. Von den beiden wagerechten Lappen ist der eine viel stärker ausgebildet als der gegenüberstehende. Es erinnert mich dies *Pilidium* ganz an eine von Busch beschriebene Form (Beobachtungen über Anatomie und Entwickelung einiger wirbellosen Seethiere, p. 107 Tab. XVI. Fig. 1 u. 2). Busch hält sie für noch nicht völlig entwickelt, indem er ihren Uebergang in das *Pilidium gyrans* beobachtet haben will. Wie dem auch sei, das von mir gesehene *Pilidium* war gewiss vollkommen ausgebildet. Es enthielt einen nahezu reifen Wurm. Als ich diesen herauslöste, schwamm er hurtig davon. Sein Leib zeigte sich vorne breit und abgerundet und lief, allmählig sich verschmächtigend, in eine stumpfe Spitze aus.

Nach J. Müller's interessanter Beobachtung unterscheiden sich einzelne Pilidien noch dadurch, dass sie in einem spätern Entwickelungsstadium zwei bis vier napfartige Organe erhalten (J. Müller l. c. p. 82 Tab. IV. Fig. 5—8).

An den aus den verschiedenen Pilidien künstlich herausbeförderten Nemertinen, lassen sich zuweilen schon die beiden Kopffurchen, die Wimpergrübchen mit ihren abwechselnd sich öffnenden und schliessenden Mündungen, so wie zwei helle zu den Seiten des Rüssels nach dem Kopfende zu sich erstreckende Streifen, die ich für Wasserkanäle halten möchte, unterscheiden. In einem dieser Würmer bemerkte ich auf jeder Seite zwei hinter einander gelagerte, unverhältnissmässig grosse Kopfganglien. Die Innenwand des Rüssels enthielt zahlreiche runde Haufen sehr kleiner, dichtgedrängter, stabförmiger Körperchen.

Ueber die Bedeutung dieser stabförmigen Körperchen ist man, selbst nach den schätzenswerthen Untersuchungen von M. Müller (Observationes anatomicae de vermibus maritimis

p. 27), noch immer nicht im Reinen. J. u. M. Müller erwähnen einer mit dem Netz eingefangenen Nermertine von $^{3}/_{10}$—$^{4}/_{10}$''', in deren Rüssel diese Körperchen zerstreut vorgefunden wurden (M. Müller l. c. p. 29 Tab. II. Fig. 28). Ganz ähnliche Körperchen habe ich im Rüssel einer jungen Nemertine, die in mehreren Exemplaren vorkam, angetroffen. Die Körperchen ragten mit dem einen Ende (wahrscheinlich dem spitzern) auf der Innenwand des Rüssels hervor. Zwischen ihnen fanden sich noch äusserst kurze, steife, borstenähnliche Spitzen. Ich habe mich zu wiederholten Malen überzeugt, dass die Körperchen Nesselorgane sind. Bei der Compression schnellen sie einen ziemlich langen Faden hervor.

Actinotrocha.

Die *Actinotrocha*, um die es sich hier handelt, ist im Meere bei Messina von Gegenbaur aufgefunden worden (Zeitschr. f. wissenschaftl. Zoologie Bd. 5 p. 347).

Von *Actinotrocha branchiata* unterscheidet sie sich durch folgende Merkmale. Die hintere, den Enddarm enthaltende Leibesöffnung ist verhältnissmässig kürzer und zugleich dicker, demgemäss das Räderorgan von grösserm Umfang. Der gewöhnlich als Magen gedeutete Mitteldarm ist gelbroth oder schwefelgelb gefärbt. Es fehlen die Pigmentflecken, die man bei *Actinotrocha branchiata* in der Nähe des Räderorgans, an dem flimmernden Rande des Deckels oder Schirms und längs den Wimpersäumen der Cirren oder Tentakel wahrnimmt (J. Müller im Arch. f. Anatom. u. Physiol. 1846, p. 101). Die Leibeswandung ist überhaupt trüber, weniger durchscheinend. Die letzte Hälfte der hintern Leibesabtheilung, an dessen äusserstem Ende die langen, das Räderorgan zusammensetzenden Cilien sitzen, ist sogar fast undurchsichtig, von mattweisser Färbung. Ausgewachsene Exemplare messen etwa 1'''.

Hinter dem Schlunde, am Beginn des Mitteldarms, sieht man an drei blutrother, scharf umschriebener Anschwellungen durch die Leibeswand hindurchschimmern. Die rothe Farbe hat ihren Sitz in rundlichen Körperchen, die das Innere der

Anschwellungen dicht ausfüllen. Diese Anschwellungen sind schon von Gegenbaur (l. c. p. 348) beobachtet und für Zellenhäufchen (Leberzellen?) angesehen worden. Ihre wahre Bedeutung wird sich weiter unten ergeben.

Unter dem Nahrungskanale findet sich ein räthselhaftes Organ, das sich zum grössten Theil herauslösen lässt und dann wohl um's Doppelte länger als das ganze Thier erscheint. Es ist ein mehr flachgedrücktes als gewölbtes Gebilde von weisslicher Farbe, das mit einer breitern, mannigfach zusammengefalteten und gerunzelten Abtheilung dicht hinter dem Mitteldarm beginnt, hierauf allmählig verschmälert bis weit nach vorne sich erstreckt, wo es sich irgendwo in die Leibeswandung zu inseriren scheint. Ob dies Organ durchweg solid oder ob es hohl sei, darüber konnte ich mir keine Gewissheit verschaffen. Ist das Organ hohl, so möchte ich nicht anstehen, es dem gewundenen von J. Müller und G. Wagener beschriebenen Schlauche der *Actinotrocha branchiata* gleichzustellen, obwohl der Schlauch hier an der Bauchseite, am Anfange des Hinterleibes, nach aussen mündet, und mit seinen Windungen oft bis zum After reicht (Wagener im Arch. f. Anatom. u. Physiol. 1847 p. 206). Ob die dunkele Masse, die Gegenbaur bei einem noch nicht ausgewachsenen Exemplare (es mass nur 0,5''') unter dem Darm entstehen sah, und welche während ihrer Vergrösserung nach und nach in mannigfache Biegungen sich zusammenlegte, auf das besagte Organ zu beziehen sei, muss ich eben so unentschieden lassen.

Die Actinotrochen, über deren Endziel man so lange in Zweifel gewesen ist, sind Larven, die in ein wurmförmiges Wesen sich umwandeln. Leider war es mir nicht vergönnt, den nähern Hergang bei der ziemlich rasch ablaufenden Metamorphose zu beobachten. Ich kann daher nur über das Resultat derselben berichten, das der Hauptsache nach darin besteht, dass der Schirm und das Räderorgan eingehen, während die Cirren oder Tentakel zu einem den Mund umkreisenden Kranze sich zusammendrängen.

Ausgestreckt misst der Wurm ungefähr $2^1/_2$''', ist walzen-

förmig hinten aufgetrieben, nach vorne zu verschmächtigt und so gewissermassen einer Keule ähnlich. Mitten auf dem wie abgestutzten, von dem Tentakelkranze begränzten Vorderende findet sich der Mund und dicht neben und über dem Munde ein rundlicher Hügel, der mit zwei ganz kurzen, an den Enden abgerundeten Vorsprüngen besetzt ist. Die Tentakel erscheinen kürzer als bei der Larve, sind jedoch unter sich sämmtlich von gleicher Länge, was bei der Larve bekanntlich nicht der Fall ist. Es lässt sich an ihnen noch der frühere Ciliensaum unterscheiden, obwohl die Cilien selbst nicht mehr in so scharfen Umrissen erscheinen.

Das angeschwollene Hinterstück des Wurms zeigt sich undurchsichtig, von mattweisser Farbe, ist also offenbar aus der letzten Hälfte des Hinterleibes der Larve hervorgegangen. Seine unebene, gleichsam warzige Oberfläche scheint von einem klebrigen Schleim überzogen, in den sich leicht fremde Körper einbetten.

Am Nahrungsschlauche ist noch die frühere Gliederung in Schlund, Mitteldarm und Enddarm zu unterscheiden. Den After habe ich nicht gesehen, muss aber aus seiner Stellung in der Larve schliessen, dass er genau im Centrum des hintern Leibesendes liege.

Ich habe bei der Beschreibung der Larve dreier Anschwellungen gedacht, deren Inhalt aus rothen Körperchen besteht. Diese Anschwellungen sind die Anlagen eines erst nach der Metamorphose deutlich ausgewirkten Gefässsystems, in welchem man die früher ruhenden Körperchen nun ganz deutlich hin und her strömen sieht. Es sind die rothen Körperchen demnach nichts anderes als Blutkörner.

Es giebt, wie es scheint, nur zwei Gefässstämme, von denen der eine etwas weitere über, der andere unter dem Nahrungskanale verläuft. Beide reichen bis an's Vorderende des Leibes und scheinen hie und da Zweige zu entlassen. In der Gegend, wo der Mitteldarm in den Enddarm übergeht, nimmt man noch eine gewisse Zahl kleinerer, von einem gemeinsamen Punkte abgehender, frei in die Leibeshöhle herabhängender Gefässe wahr. Diese Gefässe zeigen

durchaus keine Verzweigung und endigen blind[1]). Sie scheinen an der Stelle ihres gemeinsamen Ursprungs mit dem obern Längsgefässe zusammenzuhängen.

Was die Bewegung des Blutes betrifft, so muss ich mich auf folgende nicht minder dürftige Angaben beschränken. Die Motoren bei dieser Bewegung sind die Gefässe, die sich abwechselnd contrahiren und expandiren. Eigenthümlich ist hierbei das Verhalten der kleineren blind endigenden Gefässe. Bei der Contraction sieht man sie unter mannigfaltigen Schlängelungen sich plötzlich verkürzen, bei der Expansion strecken sie sich wieder gerade. Doch sind nicht alle diese Gefässe zugleich thätig, sondern in stetem Wechsel bald die einen, bald die andern. Demzufolge schwankt auch das Blut in diesen Gefässen immerfort hin und her. In den Stämmen ist das Blut ebenfalls in fortwährender Oscillation. Strömt es nach vorne, so dringt es auch in die hohlen Tentakel, von welchen aus es im nächsten Moment wieder in die Stämme zurückfliesst[2]).

Ich habe den Wurm nie von der Stelle rücken sehen. Die einzigen äusserlich wahrnehmbaren Lebensäusserungen sind theils Verkürzungen des Leibes, theils hie und da eintretende Zusammenschnürungen, wobei die Gegenden zwischen den eingeschnürten Stellen meistens sich aufblähen[3]).

Was nun das fernere Schicksal des Wurms anlangt, so vermuthete ich anfangs, auf die Anwesenheit eines den Mund

---

1) Sie erinnern an die coecumartigen Gefässausläufer bei manchen Lumbricinen (*Euaxes, Lumbriculus*). Vergl. v. Siebold's vergl. Anatom. p. 212 Anmerk. 9.

2) Von mehreren zu verschiedenen Zeiten eingefangenen Larven, ist es mir nur bei zweien geglückt, den Uebergang zum Wurme zu beobachten. Es haben also diese beiden Exemplare allein das Material zu den vorstehenden, in vieler Hinsicht noch so mangelhaften Beobachtungen geliefert.

3) Zusammenschnürungen des Leibes sind schon von J. Müller an der *Actinotrocha branchiata* gesehen worden. J. Müller drückt sich in folgender Weise darüber aus. „Die Körperwandungen enthalten Cirkelfasern, welche die Gestalt des Körpers verändern, der bald dicker, bald dünner, bald hie und da eingeschnürt ist."

umkreisenden Tentakelkranzes mich stützend, es könnte derselbe zu einer zur Familie der Terebellaceen Gr. gehörenden Annelide auswachsen. Von dieser Meinung bin ich bei sorgsamerer Erwägung ganz zurückgekommen. Ich halte es jetzt für wahrscheinlicher, dass der Wurm mit Verlust des Tentakelkranzes, zu einer den Echiuriden oder Thalassemaceen verwandten Thierform sich entwickeln dürfte. Die durch abwechselndes Einschnüren und Auftreiben des Leibes zu Wege gebrachten Gestaltveränderungen, die Lage des Mundes und des Afters in der Längsachse, die Zahl und Anordnung der Gefässstämme, endlich die Gliederung des Nahrungsschlauches, alles das sind Verhältnisse, die zusammengenommen dieser Ansicht günstig zu sein scheinen. Demzufolge glaube ich denn auch den Höcker über dem Munde, für die Anlage des künftigen Rüssels ansprechen zu dürfen[1]).

In Betreff des problematischen Organs in der Larve, muss ich noch anführen, dass ich es nach der Metamorphose nicht mehr auffinden konnte. Es schien bis auf einen geringen Rest unter dem Schlunde, eingegangen. Dagegen enthielt die Leibeshöhle des Wurms eine zahlreiche Menge heller, oft in Haufen zusammengeballter, hin und her wogender Körnchen, und es hatte ganz den Anschein, als wären diese Körnchen die Residua des problematischen Organs. Ob nun dies Zerfallen in Körnchen normal oder, wie ich es für wahrscheinlicher halten möchte, krankhafter Art sei, darüber ist vorläufig nicht zu entscheiden. Was aber den gewundenen Schlauch der *Actinotrocha branchiata* betrifft, so ist an sein Eingehen während der Umwandlung wohl nicht zu denken. Er wird ohne Zweifel in den Wurm mit hinübergenommen,

---

1) Die von Busch (l. c. p. 73 sq. Tab. X. Fig. 5—13) beobachtete Entwickelung eines mit weit grösserer Wahrscheinlichkeit auf eine Echiuride zu deutenden Wurms ist, wie ich sehr wohl einsehe, meinen Vermuthungen wenig günstig. Auch gleicht die Larve nicht im Entferntesten einer *Actinotrocha*. Immerhin fragt es sich noch, ob diese Entwickelung als typisch für sämmtliche Gattungsrepäsentanten der Thalassemaceen anzusehn, worüber künftige Untersuchungen entscheiden müssen.

wo er sich höchst wahrscheinlich zum Zeugungsorgan entwickelt: eine Vermuthung, die mit der bereits von J. Müller ausgesprochenen Ansicht über die Bedeutung des Schlauches in der Larve, ganz zusammentrifft.

Schliesslich möchte ich noch auf einen jungen Wurm von 4''' Länge aufmerksam machen, der von J. Müller nur einmal in Helgoland angetroffen, und in der dritten Abhandlung über die Larven und die Metamorphose der Echinodermen (Separatabdruck p. 36) erwähnt worden ist. Er stimmt in vieler Beziehung mit dem aus der *Actinotrocha* hervorgehenden Wurme überein. Wie dieser ist er borstenlos, halbdurchsichtig und mit Mundtentakeln versehen. Im Innern des Leibes verläuft ein rothes Blut führendes Längsgefäss. Das Blut enthält runde Blutkörperchen. Bei all dieser Uebereinstimmung ist jedoch Müller's Angabe nicht zu übersehen, dass das Längsgefäss auf die Mundtentakeln sich verzweigt, in denen die Gefässe Schlingen bilden. Dieser Umstand allein spricht schon zu Gunsten der Vermuthung Müller's, dass der Wurm eher von einer Sipunculide abstammen möchte.

Anmerkung des Herausgebers.

In Helgoland sah ich 1854 mehrere Arten von *Pilidium*. Eine derselben mit röthlichem Rande des Schirms ohne besondere Flecken war mit zwei Saugnäpfen versehen, wie andere im mittelländischen und adriatischen Meere beobachtete. Diese saugnapfförmigen Organe waren schon bei Individuen von $^1/_{10}$''' vorhanden und ebenso bei $^1/_7$'''. Dagegen fehlten diese Organe bei einem grossen, sonst ähnlichen *Pilidium* ohne besondere grosse Flecken am Rande, das über $^2/_{10}$''' Grösse hatte, und einen *Nemertes* mit zwei Augen und Schwanzanhang enthielt. Der Schwanzanhang wird an den mehrsten Nemertinen von Pilidien beobachtet, und wird nur selten vermisst oder entzieht sich der Beobachtung.

Die Nemertinen mit Schwanzanhang gehören zu der Gattung *Micrura* Ehr., womit *Alardus* Busch identisch ist.

In der Nordsee giebt es mehrere Arten von *Micrura*, wie

man aus der folgenden Zusammenstellung aller auf die Arten geschwänzter Nemertinen bezüglichen Beobachtungen an erwachsenen Würmern ersehen wird.

Die erste hierher gehörige Beobachtung ist von O. Fr. Müller, es ist seine *Planaria filaris* Zool. Dan. Tab. 68 Fig. 18—20; *Planaria linearis cauda filiformi contractili.* Oersted hat diesen Wurm schon für eine Nemertine genommen und ohne Grund zur Gattung *Nemertes* gezogen, indem die *Planaria filaris* Müll. fraglich als Synonym bei *Nemertes pusilla* angeführt wird. Kroyer's naturhist. Tidschr. IV. B. p. 578. Oersted's Entwurf einer syst. Eintheilung und speciellen Beschreibung der Plattwürmer. Copenh. 1844 p. 90. Diesing ist Oersted gefolgt. O. Fr. Müller hat 2 Augenpuncte angegeben und abgebildet.

Die zweite Beobachtung einer Nemertine mit Schwanzanhang war die *Micrura fasciolata* Hempr. et Ehr., symb. phys. animalia invertebrata Phytoz. turbell. n. 15 Taf. IV. Fig. 4. Dass die *Micrura fasciolata* zu den Nemertinen gehört, deren wesentlichen Character sie besitzt, wurde schon von Oersted erkannt und ausgesprochen; sie hat aber wieder das Schicksal gehabt, von Oersted zur Gattung *Nemertes* gezogen zu werden. Diesing hat die Gattung *Micrura* unter den Nemertinen als eigenthümliche und berechtigte mit der einen adriatischen Art *M. fasciolata* aufgeführt. Dies Thier, in Triest beobachtet, ist 16''' lang, sein Körper ist schwarzbraun mit queren schmalen weissen Binden. Die Augenpuncte liegen in 2 Längsreihen, 5 auf jeder Seite. Der Unterschied von den jungen Nemertinen in den Pilidien in der Zahl der Augen scheint nicht von Gewicht. Die jungen Nemertinen, welche im Meere durch das feine Netz gefischt werden, sind, wenn mit Augen versehen, in der Regel zweiäugig, und es mag sich wie bei andern Würmern die Zahl der Augen bei weiterer Entwickelung der kleinen Wesen vermehren. So bei den Larven der marinen Planarien, welche im allerjüngsten Zustande nur 2 Augenpuncte besitzen.

In dem Werke von Dalyell the powers of the crea-

tor, observations ön life amidst the various forms of the humbler tribes of animated nat. Vol. II. London 1853. 4., kommen nicht weniger als 4 Nemertinen vor, welche zur Gattung *Micrura* gehören. Die Nemertinen sind in diesem Werke mit dem Namen *Gordius* bezeichnet und werden in mehrere Unterabtheilungen oder Untergattungen gebracht, welche durch eine ungewöhnliche und sonderbare Nomenclatur angedeutet werden. So giebt es dort eine Abtheilung *Gordius fragilis* mit mehreren Arten, desgleichen eine andere *Gordius simplex* und eine dritte *Gordius spinifer*. Die letztere Bezeichnung umfasst die Nemertinen mit Schwanzanhang. Von diesen sind 4 Arten beschrieben und Vol. II. Taf. XI. abgebildet. *Gordius viridis spinifer*, *G. purpureus spinifer*, *G. fragilis spinifer*, *G. fasciatus spinifer*. Der letztere, dessen in 2 Längsreihen stehende Augen auch abgebildet sind, ist mit der *Micrura fasciolata* identisch, die also auch in der Nordsee und an der Schottischen Küste lebt. Jedenfalls giebt es in der Nordsee mehrere Arten von *Micrura*, deren Jugendgestalt ein *Alardus caudatus* sein wird. Der *Gordius fragilis spinifer* Dalyell ist identisch mit der *Planaria filaris* Zool. Dan. Es sind nunmehr 4 Arten von *Micrura* bekannt:

1. ***Micrura fasciolata***, Hempr. et Ehr.
   Symb. phys. Phytoz. turbell. n. 15 Tab. IV. Fig. 4.
   Gordius fasciatus spinifer Dalyell powers of the creator, Vol. II. p. 80 pl. XI. Fig. 6—9.
   Nemertes fasciolata Oersted, Entwurf e. syst. Eintheilung d. Plattwürmer p. 91.
2. ***Micrura filaris*** Nob.
   Planaria filaris Zool. Dan. Tab. 68 Fig. 18—20.
   Gordius fragilis spinifer Dalyell a. a. O. p. 79 pl. XI Fig. 5.
3. ***Micrura viridis*** Nob.
   Gordius viridis spinifer Dalyell p. 78 pl. XI. Fig. 1.
4. ***Micrura purpurea*** Nob.
   Gordius purpureus spinifer Dalyell p. 78 pl. XI. Fig. 2—4.

Das Werk von Dalyell enthält auch Beobachtungen über

die Entwickelung und Metamorphose einer marinen Planarie, angestellt an dem Laich der *Eurylepta cornuta* (*Planaria cornuta* Müll. Zool. Dan.). Dalyell a. a. O. Vol. II. p. 99 pl. XV. Fig. 1—3. Die Beobachtungen sind nicht ganz vollständig und nicht hinreichend genau, so dass eine specielle Vergleichung mit den meinigen (Archiv 1850 u. 1854) schwer anzustellen ist. Sie stimmen aber zu den meinigen viel mehr als die Beobachtungen von Girard, proceed. Amer. Assoc. Cambridge 1850. Girard researches upon nemerteans and planarians 1. development of planocera elliptica. Philadelphia 1854. 4. Ich vermuthe, dass die von Dalyell beobachteten Larven ganz und gar mit der von mir an zwei Arten, worunter eine Art der Gattung *Stylochus*, beschriebenen und festgestellten Larvenform übereinstimmen wird und dass das Fehlende in der Zahl und Stellung der Fortsätze auf Mängeln in der Beobachtung Dalyell's beruht. Diese Mängel werden um so leichter möglich, als das beständige Umwälzen dieser Thierchen der Beobachtung grosse Hindernisse entgegensetzt.

Ueber Töne bei Knorpelfischen.

Von

Dr. C. Mettenheimer.

Briefliche Mittheilung an den Herausgeber.

Frankfurt a. M. 22. Nov. 1857.

In Ihrem Aufsatz über die Töne der Fische finde ich eine Stelle aus der hist. anim. des Aristoteles erwähnt, nach welcher auch die Knorpelfische Töne von sich geben sollen. Die Stelle heisst nach der Schneider'schen Ausgabe so: *καὶ τῶν σελαχωδῶν δ'ἔνια τρίζειν δοκεῖ. ἀλλὰ ταῦτα φωνεῖν μὲν οὐκ ὀρθῶς ἔχει φάναι, ψοφεῖν δέ.*

Aristoteles geht nicht weiter ins Einzelne ein, spricht aber, wie man sieht, deutlich aus, dass die Töne der Knorpelfische nicht eigentlich einer Stimme, sondern mehr einem Geräusch gleichen.

Ich hatte vor einigen Wochen Gelegenheit, die Richtigkeit der Angaben des Aristoteles in Bezug auf die *Raja clavata* der Nordsee zn bestätigen, und erlaube mir, Ihnen die Beobachtung mitzutheilen, indem ich es Ihrem Ermessen überlasse, sie in dem Archiv zu veröffentlichen. —

Am 23. September ging ich mit einem Scheveninger Fahrzeug (Pinke) in See, um dem Fischfang mit dem Schleppnetz auf dem hohen Meere beizuwohnen. Der Fischzug war nicht sehr ergiebig, jedoch wurden einige Fässer voll Plattfische, und zwar drei Sorten, welche von den Fischern als Tonge, Scharre und Scholle bezeichnet wurden, sowie eine Anzahl grosser Rochen, eingefangen.

Die letzteren geberdeten sich ganz wüthend, als sie auf's Verdeck gezogen wurden, und ihre Wuth nahm zu, als die Fischer sie reizten, ihnen auf die Augen drückten u. s. w. Sie hoben den Kopf in die Höhe, indem sie sich auf ihre breiten Flossen stützten, klappten mit den Kiefern und gaben in kurzen, rasch auf einander folgenden Stössen einen Ton von sich, den ich am passendsten dem Schnarchen des Menschen vergleichen kann. Wenn ich mich nicht sehr getäuscht habe, so ist dieser Ton in den Spritzlöchern hervorgebracht worden, deren häutige Ränder ich bei Erzeugung des Tones lebhaft schwingen sah. Dies eigenthümliche Geräusch ist höchst kräftig und drückt offenbar den Zorn des Thieres aus, einer Stimme ist es aber durchaus nicht zu vergleichen.

Diese kleine Beobachtung ist ein recht deutlicher Beleg, welche Fülle von selbst Gesehenem und selbst Erlebtem den oft kurzen und nicht in die Einzelnheiten eingehenden Bemerkungen des Aristoteles zu Grunde liegt.

Das Nebenthränenbein des Menschen.

Von

Prof. H. Luschka in Tübingen.

(Hierzu Taf. XI.)

Indem ich die Aufmerksamkeit auf dieses kleine, beim Menschen nicht regelmässig jedoch keineswegs selten vorkommende Beinchen hinlenke, geschieht es nicht seinetwillen allein, sondern zugleich um einen, mit diesem Gegenstande concurrirenden Irrthum einiger Schriftsteller zu berichtigen, welcher die sog. Sutura longitudinalis imperfecta des Stirnfortsatzes der oberen Kinnlade betrifft. Zunächst muss ich aber die Bemerkung vorausschicken, dass unser Nebenthränenbein nach Lage und Gestalt nichts gemein hat, mit dem von Rousseau[1]) entdeckten und os lacrymale externum genannten Knöchelchen, welches später von W. Gruber[2]) als os canalis nasolacrymalis von Neuem ausführlich beschrieben worden ist. Dieses nunmehr zur Genüge bekannte Beinchen, welches übrigens nicht viel häufiger als jenes gefunden wird, liegt nämlich an der Grenze vom Körper und Stirnfortsatze des Oberkiefers, und besteht aus zwei dünnen, unter rechtem Winkel verbundenen Blättchen, von welchen sich das eine, horizontal liegende, am vorderen inneren Ende des Planum orbitale befindet, das andere die äussere Wand des Thränenkanales bilden hilft.

Das Nebenthränenbein — os lacrymale accessorium —, liegt am vorderen Ende der inneren Wand der Augen-

---

1) Ann. des sciences natur. T. XVII. 1829 p. 86.

2) Bulletin physico-mathematique de l'académie des sciences de Petersbourg. T. VIII. 1850.

höhle, vor dem eigentlichen Thränenbeine, und betheiligt sich an der Herstellung desjenigen Abschnittes der Thränengrube, welcher in gewöhnlichen Fällen durch den Stirnfortsatz des Oberkiefers erzeugt wird. Das Beinchen befindet sich hinter der Crista lacrymalis des Stirnfortsatzes und greift nur höchst selten auf dessen Antlitzfläche über. Es ist also in der Weise gelagert, dass es nur in der Profilansicht des Schädels ganz zur Anschauung gebracht werden kann. Dasselbe hat gewöhnlich eine ungleichseitig viereckige Gestalt und glatte oder nur sparsam ausgezackte Ränder. Mit diesen grenzt es an den vorderen Rand des Thränenbeines, an die Pars orbitalis des Stirnbeines und an den Stirnfortsatz des Oberkiefers jedoch meist so lose an, dass es sich leicht aus seinem Zusammenhange herauslösen lässt. Dieser Umstand mag insofern einiges practische Interesse haben, als das Beinchen bei verschiedenen in seinem Bezirke auftretenden pathologischen, zumal cariösen Processen leicht abgestossen werden kann. Bisweilen verlängert sich das Nebenthränenbein zu einem dünnen, griffelartigen Fortsatze, welcher dem vorderen Rande des Thränenbeines entlang dahin zieht.

Die Grösse des Knochens ist ziemlich variabel; durchschnittlich hat er eine Länge von 1 Centim. und eine grösste Breite von 3 Millimètres. Ich habe jedoch auch Beispiele vor Augen, in welchen er nur 4 Millim. lang und 2 Millim. breit ist, und ein anderes, in welchem die obigen Maasse um $1^1/_2$ Millim. überschritten sind.

Nach meinen bisherigen Erfahrungen kommt das Nebenthränenbein neben einem nach Anordnung, Grösse und Gestalt ganz vollständigen os lacrymale, als ein, aus seinem Zusammenhange leicht trennbarer Skelettheil nicht selten vor und muss daher, und weil es in den Fällen seiner Existenz constant dieselbe Lage, sowie eine im Wesentlichen gleiche Form darbietet, unter allen Umständen die Aufmerksamkeit des Morphologen in Anspruch nehmen. Bis jetzt ist das Bein mindestens ein dutzendmal zu meiner Beobachtung gekommen und finde ich dasselbe unter 60 der hiesigen anatomischen Sammlung angehörigen Schädeln erwachsener

Menschen 7 mal; bei zweien derselben beiderseits fast ganz übereinstimmend, bei den übrigen nur auf einer Seite.

Unter den früheren Beobachtern ist, wie ich aus der mir zu Gebote stehenden Literatur abnehmen muss, nur J. Chr. Rosenmüller[1]) auf das Nebenthränenbein aufmerksam geworden, wie sich unzweifelhaft aus nachstehender Bemerkung ergiebt: „Sunt penes me quinque orbitae, in quibus ea pars ossis maxillaris superioris, quae facit ad conformandam canalem lacrymalem, singularis est particula ossis, quae in duabus harum orbitarum universa possit ab osse maxillari superiore separari cum quo per harmonias conjuncta est." Neuere Schriftsteller haben, wie es scheint, das Nebenthränenbein nicht kennen gelernt, und ist namentlich auch Henle, welcher übrigens durch seine umsichtigen literarhistorischen Nachforschungen auf diesen Gegenstand hingeführt wurde, nicht zu eigenen Beobachtungen gelangt.

In gar keiner näheren Beziehung zum Nebenthränenbeine steht eine von Max Jos. Weber[2]) gemachte und von Henle[3]) für richtig befundene Angabe, die jedoch auch ihrerseits einer naturgemässen Begründung gänzlich entbehrt. Es lehrt nämlich M. J. Weber: der Stirnfortsatz des Oberkiefers habe in der Nähe des Augenhöhlenrandes in den meisten Fällen eine von oben nach unten und hinten verlaufende Spalte oder unvollkommene Naht — sutura longitudinalis imperfecta — welche die frühere Trennung dieses Fortsatzes in den Nasen- und Augentheil noch anzeige, und wodurch gleichsam ein zweites Thränenbein auch beim Menschen sich kund gebe.

Diese vermeintliche Naht ist nichts Anderes als eine mehr oder weniger tiefe, öfters stellenweise überbrückte, allerdings bisweilen sutureartig aussehende, mit einer Anzahl feiner Oeffnungen versehene Gefässfurche, in welcher eine Vene liegt, in die kleinere, durch jene Oeffnungen hervor-

1) Organorum lacrymalium partiumque externarum oculi humani descriptio anatomica. Dissert. inauguralis. Lipsiae 1797 p. 77.

2) Handbuch der Anatomie des Menschen. Bd. I. S. 148.

3) Handbuch der Knochenlehre des Menschen. 1855. S. 162.

tretende, aus der Substanz des Stirnfortsatzes hervortretende Zweige sich einsenken. Dieselbe steht nicht mit irgend welchem normalmässigen Bildungsvorgange des Stirnfortsatzes vom Oberkiefer im Zusammenhange, indem dieser zu keiner Zeit des foetalen Lebens in zwei Stücke getrennt ist. Nach Untersuchungen sowohl an ganz jungen, als auch an älteren menschlichen Embryonen muss ich eine normalmässig getrennte Entwickelung eines Nasen- und Augentheiles des Stirnfortsatzes entschieden in Abrede stellen. Die Annahme, dass jene Gefässfurche die Spur einer früheren Trennung ausdrücke, kann durch den nächsten besten Schädel eines Neugeborenen widerlegt werden. Es begreift sich leicht, dass, wenn jene Furche wirklich einen suturenartigen Bildungsrest darstellte, sie um so deutlicher ihre wahre Natur zu erkennen geben müsste, je weiter man zur Quelle ihrer Entstehung zurückgeht. Nun findet man aber gerade umgekehrt um so weniger etwas darauf Bezügliches, je jünger der Mensch war. Dagegen zeigt sich, ganz im Einklange damit, dass Gefässe im Verlaufe einer längeren Zeit ihrer Lage entsprechende Vertiefungen an Knochen erzeugen, jene Furche erst beim Erwachsenen in jener bestimmten Ausprägung, dass sie überhaupt die Aufmerksamkeit auf sich zieht.

Bei der Beurtheilung jener Gefässfurche darf man sich dadurch nicht irre leiten lassen, dass sie bisweilen in eine wirkliche Naht ausläuft. Es findet sich nämlich an manchen Schädeln, dass das untere Ende dieser Furche sich bis zu dem äusseren Ende der Crista lacrymalis des Stirnfortsatzes hinerstreckt, mit welchem sich das vordere Ende des Oberkieferfortsatzes vom Jochbeine, unter Erzeugung einer feingezähnelten Naht verbindet. An diese Naht schliesst sich zwickelähnlich dasjenige Segment der Antlitzfläche des Oberkieferkörpers an, welches von dem Foramen infraorbitale durchsetzt wird. In selteneren Fällen greift dieses Segment in grösserer oder geringerer Breite zwischen jene beiden Enden durch, um sich auf den Boden der Augenhöhle fortzusetzen. Die Ränder dieser Fortsetzung müssen dann am Margo infraorbitalis mit den nachbarlichen Knochentheilen

nothwendig die Bildung von zwei Suturen veranlassen, welche also jenes in das Planum orbitale übergehende, der Breite des Foramen infraorbitale gemeinhin entsprechende und dieses enthaltende Knochensegment zwischen sich fassen.

Die Entstehung des Nebenthränenbeines lässt sich auf keinen normalen Entwickelungstypus zurückführen und kann demnach dasselbe auch nicht in diesem Sinne als das Ergebniss einer Bildungshemmung betrachtet werden. Dagegen ist es im höchsten Grade wahrscheinlich, dass dasselbe nach Art eines Schaltknochens auftritt, wofür es denn auch bis auf Weiteres angesehen werden mag.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. a. Nebenthränenbein an der rechten Seite des Schädels eines 40jährigen Mannes; b. Eigentliches Thränenbein; c. Stirnfortsatz der Oberkinnlade, mit der an seiner Antlitzfläche verlaufenden Furche *.

Fig. 2. Nebenthränenbein der linken Seite des Schädels eines 36-jährigen, wegen Mordes hingerichteten Mannes. Das Beinchen war auf beiden Seiten vorhanden und fast ganz übereinstimmend nach Form und Grösse; b. Eigentliches os lacrymale; c. Stirnfortsatz des Oberkiefers mit der Gefässfurche *.

Fig. 3. a. Nebenthränenbein der rechten Seite des Schädels eines 100jährigen Weibes, bei welchem alle Nähte des Schädels, unter diesen eine vollständige Stirnnaht, erhalten waren; b. Eigentliches Thränenbein; c. Stirnfortsatz des Oberkiefers mit der Gefässfurche *.

Fig. 4. Stirnfortsatz und vorderer Abschnitt des Körpers vom linken Oberkieferbeine. Sehr schön ist an der Antlitzfläche des Processus frontalis die Gefässfurche *, die sogenannte Sutura longitudinalis imperfecta ausgebildet. Die feinen Oeffnungen in derselben sind durch Borsten bezeichnet, welche in das bloss gelegte spongiöse Gewebe herabgeführt wurden. Die Furche läuft in eine Naht a. aus, welche hier den Zusammenstoss des Endes der Crista lacrymalis des Stirnbeines mit der in das Planum orbitale übergehenden b. vorderen Knochenplatte des Körpers vom Oberkiefer bezeichnet. An den äusseren Rand dieser übergreifenden Platte stösst das Ende des Oberkieferfortsatzes vom Jochbeine c. an.

Beiträge zur chemischen Kenntniss des Fötuslebens.

Zweiter Artikel.

von

J. Schlossberger in Tübingen.

Zu diesen Studien über verschiedene chemische Verhältnisse des Fötus, welche ich vor 2 Jahren mitgetheilt (s. dieses Archiv 1855), kann ich diesmal eine Fortsetzung beifügen. Dieselbe wurde unter meiner Leitung von den zwei geübtesten und genauesten Practikanten des hiesigen Laboratoriums, meinem Assistenten Hrn. Vogtenberger und med. cand. Binder ausgeführt.

Die untersuchten Embryonen stammten wieder alle von Kühen ab und waren uns völlig frisch in den unverletzten Eihäuten übergeben worden. Zur möglichst genauen Eruirung ihres Alters wurde das Gewicht der isolirten Fötuse sorgfältig bestimmt und Hrn. Med.-Rath Dr. Hering mitgetheilt. Derselbe taxirte daraus nach seinen reichen Erfahrungen die Altersperioden in der nachstehenden Weise:

Fötus I. Alter v. 30 Wochen. Fötus IV. Alter v. 7-8 Wochen.
(Zwillinge.)
Fötus II. „ „ 18 „ „ V. „ „ 5 „
„ III. „ „ 15 „ „ VI. „ „ 3 „

I. Trocknungen einzelner Fötustheile bei 120°.

Es enthielten 100 Th. frischer Substanz folgende Wassermengen:

	Bei Fötus I.	II.	III.
Blut	81,90 82,17 82,28	82,38	
Gehirn, grosses	89,90	91,23	92,59 (grosses und kleines)
„ kleines	87,90	90,87	
„ kleines mit med. oblong.	86,59		
„ med. oblong. allein	85,67		

	Bei Fötus I.	II.	III.
Lunge	89,24	88,63	89,02
Herz (blutleer):			
Rechter Ventrikel	84,56	86,80	87,70
Linker Ventrikel	84,50		
Beide Vorhöfe	87,36		
Milz	81,95		
	81,10		
Thymus	83,06	86,11	
	82,69		
Rumpfmuskel	84,66	89,76	90,94
	84,69		
Haut	81,90	89,13	
Niere	85,94	88,08	
Leber	83,69	87,17	82,74
Glaskörper	97,61		
Ganzer Bulbus	91,56	93,41	
Linse	70,21		
Galle	95,82		
Harn A.	98,94		
„ B.	91,10		

Als wichtigstes Resultat dieser Trocknungen betrachte ich die Bestätigung der bereits von mir mitgetheilten Erfahrung, nämlich derjenigen: dass das Blut das wasserärmste Fötusgewebe ist. Diejenigen Organe, welche am frühesten in wirkliche Funktion treten und sehr blutreich sind, stellen sich auch als die an festen Bestandtheilen reichsten heraus (so Leber, Milz, Thymus). Umgekehrt sind die Lungen und das Gehirn überaus wasserreich; das verlängerte Mark ist ansehnlich wasserärmer als das letztere. Dieselben Organe bei verschiedenen Embryonen sind um so trockener, je älter das Thier ist.

II. Untersuchungen ganzer Fötuse.

Fötus	IV.	V.	VI.
Wassergehalt	91,77	92,06	92,76
Fettgehalt	0,53	0,60	
Asche	1,27	1,07	
Also organische gewebbildende Substanz	6,43	6,27	

der Fötus IV. wog 21,28 Grm.
„ „ V. „ 6,90 „
„ „ VI. „ 0,49 „

Die Asche enthielt:

	IV.	V.	
	0,669	0,509	in Wasser lösliche Bestandtheile.
	0,601	0,498	unlösliche Bestandtheile.
	1,270	1,07	

III. Fettbestimmungen einzelner Fötustheile. (Aetherextrakt):

100 Th. frischer Substanz enthielten:

	Fötus I.	II.	III.		Fötus I.	II.	III.
Blut	0,05			Thymus	1,18	0,79	
Gehirn, grosses .	2,94	2,60	1,60	Herz			0,89
„ kleines .	3,72	2,70		Rumpfmuskel . .			0,36
Lunge	0,59	0,87	0,63	Leber	0,93	1,00	0,70
Milz	0,95	0,43		Galle	0,23		

Zu bemerken ist, dass ich in dem Aetherauszug aus der Milz neben Fetttropfen und den moosförmigen Stearinkrystallen sehr schöne Cholesterintafeln wahrnahm, besonders bei Fötus II.

IV. Einiges über das Fötalblut.

Dasselbe war auffallend schwach alkalisch (2 Fälle) oder gar neutral (2 Fälle), und gerann desshalb schon beim Aufkochen ohne Zusatz von Essigsäure sehr vollkommen, indem sich das graubraune Gerinnsel leicht von der völlig klaren Flüssigkeit durch das Filter trennen liess. Wurde aber das so erhaltene Filtrat abgedampft, so erzeugten sich aus einem Proteinkörper bestehende Häute auf der Oberfläche, gewiss unter diesen Verhältnissen, bei der neutralen Reaktion ein sehr eigenthümliches Verhalten.

Das Blut des Fötus I. lieferte in 100 Theilen:

15,96 pCt. Gerinnsel (beim Kochen)
0,05 „ Fett
0,96 „ Asche
81,90 „ Wasser
98,77.

Der Verlust besteht wohl hauptsächlich aus dem Proteinkörper, welcher sich dem Gerinnen durch Kochen entzog und auch mit Essigsäure nicht ganz abscheiden liess.

Die Blutasche I. bestand aus

0,61 in Wasser löslichen } Theilen.
0,35 „ „ unlöslichen }

Die Menge ihres Eisens wurde besonders bestimmt zu 0,13.

Die Blutasche des Fötus II.: 0,53 lösliche } Theile.
0,19 unlösljche }

In Betreff des Faserstoffgehaltes kann ich meine erste Angabe, dass sich weder im Herz noch in den grossen Gefässen irgend ein Coagulum finden liess und dass auch nach 24 Stunden sich in dem Blut noch kein Gerinnsel gebildet hatte, wiederholen. Dagegen wurde diesmal das Blut längere Zeit hingestellt, und so bei den 3 älteren Fötusen nach 2—4 Tagen in der That ein, freilich sehr kleines und weiches, Fibringerinnsel doch aufgefunden. Der Fötus enthält demnach spätgerinndes Fibrin.

V. Die Eihautflüssigkeiten sammt einigen Bemerkungen über die Wharton'sche Sulze und die Magenflüssigkeiten.

Die Eihautflüssigkeiten reagirten in verschiedenem Grad alkalisch, waren bald deutlich fadenziehend bald mehr dünnflüssig. Mehreremale wurde an ihnen, im völlig frischen Zustande beim Uebersättigen mit Salzsäure ein starkes Aufbrausen bemerkt.

Alle gaben bei der Prüfung mit der Trommer'schen Probe deutliche Abscheidungen von Kupferoxydul. Obgleich es nicht gelang, den Zucker in Substanz zu isoliren, so liessen doch die Proben mit Galle, mit Kalilauge allein, mit Magister. Bismuth. und Soda etc. keinen Zweifel darüber, dass die reduzirende Substanz in der That Zucker war, wahrscheinlich Traubenzucker, denn die Boettger'sche Probe giebt mit Rohrzucker kein Resultat.

Die Amniosflüssigkeit des Fötus IV. enthielt	0,092 pCt.	Traubenzucker (durch Titrirung bestimmt).
Die Allantoisflüssigkeit des Fötus IV. enthielt	0,454 "	

Künftige Forschungen müssen entscheiden, ob eine derartige auffallende Differenz zwischen dem Zuckergehalt der beiden Fluida constant stattfindet; vielleicht dass dadurch auch einiges Licht auf die Bedeutung dieses Zuckergehaltes der Eihautflüssigkeiten geworfen wird, der um so merkwür-

diger erscheint, als die Fötusnahrung (Uterinmilch) nach meinen Versuchen durchaus keinen Zucker enthält.

Beim Fötus II. wurden aus dem alkoholischen Auszuge der Amniosflüssigkeit liniengrosse Krystalle von Harnstoff erhalten. Die Untersuchung auf Harnsäure, Leucin und Tyrosin ist noch nicht vollendet.

Ehe über die Proteinkörper dieser Flüssigkeiten das Nöthige gesagt wird, mögen noch einige Bestimmungen ihrer festen Substanz und Asche folgen:

Fötus	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
Amniosflüssigkeit						
Wasser.	97,18	97,28	98,96	98,67	—	98,12
Asche		0,72	1,02		0,89	
in Wasser lösl. } Theile d.		0,694	1,00		0,86	
„ „ unlösl. } Asche.		0,026	0,02		0,03	
Allantoisflüssigkeit						
Wasser.			97,33		98,76	97,35
Asche			0,93		0,73	0,71
in Wasser lösl. } Theile d.			0,91		0,70	
„ „ unlösl. } Asche.			0,02		0,03	

Im Fall V. wurde das Chlor d. Asche bestimmt u. daraus die Menge des ClNa berechnet: 0,74 ClNa in 0,86 Asche.

Die Proteinstoffe der Eihautflüssigkeiten zeigten bei den verschiedenen Embryonen mancherlei Abweichungen unter einander, und daneben, wie ich auch schon im ersten Artikel beschrieb, manches ungewöhnliche Verhalten, besonders zu Alkohol, Sublimat und Ferrocyankalium. Ich habe die wichtigeren Reaktionen derselben, die zwischen den Kategorieen: Albumin, Casein, Schleimstoff, Pyin etc. mancherlei Uebergänge und Zwischenformen erlauben, in der nachstehenden Tabelle in übersichtlicher Weise, und verglichen mit denen der Wharton'schen Sulze des Nabelstranges und der Magenflüssigkeiten, zusammengestellt:

	Amniosflüssigkeit von Fötus I. „ „ „ III.	Allantoisflüssigkeit v. Fötus II. „ „ „ III.	Magenflüss. II. „ III.	Wharton'sche Sulze von I. „ „ „ III.
Aussehen, Verhalten beim Kochen und zu Ā	I. von der Viskosität des Eiereiweisses, mit Wasser leicht mischbar und dann filtrirbar. Durch Kochen dünnflüssiger und kaum getrübt. Neutralisiren mit Ā trübt sehr schwach, die Flüssigkeit bleibt zähe; beim Kochen kleine Flocken. Der grösste Theil des Proteinstoffs bleibt gelöst; beim Abdampfen Häute. III. nicht viskös, bleibt beim Kochen für sich, mit wenig und mit viel Ā vollkommen klar.	II. nicht viskös, klar beim Kochen. Ā trübt etwas und löst selbst im Ueberschuss und beim Kochen die Flöckchen nur langsam wieder auf. III. gerinnt bereits beim Kochen für sich. Das Gerinnsel löst sich in Ā nur theilweise. Beim Abdampfen ohne ā: Häute. Kochen mit ClCa und mit $SO^3 MgO$ giebt in II. u. III. ansehnliche Trübungen, die in Ā grösstentheils verschwinden. Wohl bei II. von kohlensauren Salzen herrührend.	II. wenig schleimig; bleibt beim Sieden hell; wenig ā trübt, mehr klärt wieder auf. III. fadenziehend; bleibt beim Kochen klar. Mit Ā kaum Trübung, auch nicht beim Kochen.	Die Sulze wurde mit Wasser angerührt, wobei sie sich in einen filtrirbaren Schleim und in häutige Reste theilte. Der Schleim von I. war alkalisch, beim Erhitzen klar bleibend. Ā fällte reichlich, der Niederschlag löste sich langsam im grossen Ueberschuss der Säure. Der Schleim von III. beinahe neutral. Kochen allein giebt Flocken, mehr noch bei Zusatz von Ā; der Ueberschuss der letzteren löst wieder alles auf.
Alkohol	I. fällt Flocken, die in warmem Wasser beim Auswaschen sich lösen. III. nicht verändert.	II. keine Veränderung. III. Trübung.	II. unverändert. III. Trübung, beim Kochen Flocken.	I. u. III. Trübungen.
NO^5	I. geringe Trübung, in überschüssiger NO^5 schnell verschwindend. III. keine Trübung, beim Kochen nicht gelb.	II. kaum Opalisiren. III. Niederschlag und beim Kochen gelbe Färbung.	II. u. III unverändert, auch beim Kochen kaum gelb.	I. u. III. schwache Trübungen.
Ferrocyankalium	I. keine Veränderung. III. ebenso; nach Zusatz von Ā leichte Trübung.	II. keine Veränderung. III. nach der Ansäuerung Flocken.	II. u. III. nicht verändert. III. nach der Ansäuerung Flocken.	I. unverändert; nach dem Ansäuern geringer Niederschlag. III. ebenso.
HgCl	I. geringe Trübung, beim Kochen kleine Flocken. III. Trübung (mit $NO^5 HgO$ weisser Niederschlag).	II. keine Veränderung. III. Niederschlag.	II. u. III. nicht verändert.	I. schwacher Niederschlag. III. Trübung.
Ā PbO, $Ā^3 PbO$, Pannin	I. u. III. starke Fällungen.	II. u. III. starke Fällungen.	Niederschläge stark, am wenigsten der mit Bleizucker.	Niederschläge stark, am wenigsten copiös beim Bleizucker.
Alaun	I. u. III. nicht verändert.	Nicht verändert.	Nicht veränd.	Nicht verändert.

Bemerkungen über die Entstehung der bei manchen Vögeln und den Krokodilen vorkommenden unpaarigen gemeinschaftlichen Carotis.

Von

Heinr. Rathke.

Schon längst war es bekannt, dass viele Arten von Vögeln, wie die Säugethiere im Allgemeinen, mit zwei gemeinschaftlichen Carotiden versehen sind, diese Gefässe aber bei ihnen in der Regel nicht fern von einander neben den Nervi vagi und Venae jugulares, sondern grösstentheils dicht neben einander unter den Körpern der Halswirbel verlaufen. Später fanden Fr. Bauer, J. Fr. Meckel und Nitzsch, dass bei manchen andern Arten von Vögeln nur eine einzige gemeinschaftliche Carotis vorkommt, welche in der Regel aus einer linken, höchst selten aus einer rechten Arteria anonyma entspringt, jedenfalls aber bald nach ihrem Ursprunge in die Mittelebene des Halses gelangt, unter den Körpern der meisten Halswirbel nach vorn läuft, und sich in der Nähe des Kopfes in 2 auf die beiden Seitenhälften desselben vertheilte symmetrische Aeste spaltet.

Aber auch bei manchen andern Wirbelthieren, und zwar bei mehreren Arten von Krokodilen, wurde in der neuern Zeit nur eine einzige gemeinschaftliche Carotis gefunden, die aus einer linken Arteria anonyma entspringt, sich der Mittelebene des Körpers zuwendet, unter den Halswirbeln nach vorn läuft und sich nach dem Kopfe für die beiden Seitenhälften desselben in zwei Aeste spaltet. J. Fr. Meckel, der diese Arterie der Krokodile entdeckte, sah sie bei 6 Exemplaren von *Alligator lucius*. Nachher haben Hyrtl bei derselben Art von Krokodilen, van der Hoeven bei eben der-

selben Art und bei *Alligator sclerops*, Owen bei *Crocodilus acutus* und ich ausser bei diesen drei Arten von Krokodilen noch bei neun anderen (aus den Gattungen *Alligator*, *Crocodilus* und *Gavialis*) eine solche unpaarige und von einer linken Arteria anonyma abgehende gemeinschaftliche Carotis gesehen. Bei keinem Krokodil aber habe ich zwei gemeinschaftliche Carotiden bemerkt, die geschieden von einander durch den Hals hindurchgegangen wären, obgleich ich mehr als 40 Exemplare von diesen Thieren zergliedert habe, und ich glaube daher mit ziemlicher Gewissheit annehmen zu können, dass bei allen Krokodilen nach der Beendigung des Fruchtlebens, sofern sich bei ihnen die Halsarterien normalgemäss entwickelt haben, nur eine unpaarige, aus der linken Arteria anonyma entspringende und grösstentheils in der Mittelebene unter den Halswirbeln verlaufende Carotis vorkommt.

Es fragt sich nun, ob bei denjenigen Vögeln, bei welchen zwei gemeinschaftliche Carotiden grösstentheils dicht neben einander unter den Halswirbeln liegen, diese Arterien eine solche Lage schon gleich nach ihrer Entstehung haben, oder sie erst später annehmen, und auf welche Weise die unpaarige Carotis anderer Vögel und der Krokodile (die von Barkow und Stannius nicht ganz passend Carotis primaria genannt worden ist) gebildet wird. Zur Lösung der erstern Frage habe ich bereits vor einigen Jahren an dem Hühnchen Untersuchungen angestellt, bei denen sich dann ergab, dass die gemeinschaftlichen Carotiden des Huhnes anfänglich weit von einander neben den Nervi vagi und Venae jugulares verlaufen, sich darauf nach oben und innen ausbiegen, wobei sie jene Nerven und Venen auf einer immer grössern Strecke verlassen, mit ihrem mittlern Theil einander immer näher kommen und schon am eilften Tage der Bebrütung auf einer ziemlich grossen Strecke dicht neben einander liegen (S. diese Zeitschrift, Jahrgang 1852, S. 372—374). Was aber die Bildungsweise der bei vielen andern Vögeln vorkommenden unpaarigen gemeinschaftlichen Carotis anbelangt, so habe ich unlängst Gelegenheit gehabt, an Eiern des Haus-Sperlings

(Fringilla domestica), die aus mehreren Nestern ausgenommen waren und verschiedentlich weit entwickelte Embryonen enthielten, eine darauf gerichtete Untersuchung anstellen zu können, nachdem ich einige Zeit vorher in einer Abhandlung über die Aortenwurzeln und die von ihnen ausgehenden Arterien der Saurier, die in den Denkschriften der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse der Akademie der Wissenschaften zu Wien (Bd. XIII. Wien 1857) veröffentlicht worden ist, die Hypothese aufgestellt hatte, dass bei vielen Vögeln und den Krokodilen zwei auch bei ihnen entstandene gemeinschaftliche Carotiden in dem mittlern Theil des Halses ebenso, wie bei dem Hühnchen, zusammenrücken, darauf zwischen beiden, wo sie einander am nächsten zu liegen gekommen sind, eine Anastomose entsteht, diese dann sich immer mehr verkürzt, bis jene Gefässe an einer Stelle in einander selbst übergehen und in eine unmittelbare Höhlengemeinschaft gelangen, nunmehr die Stelle, an der dieselben in eine solche innige Verbindung gerathen sind, während der Verlängerung des ganzen Halses zu einem langen einfachen Canal ausgesponnen wird und schliesslich der hinter diesem Canal befindliche Theil des einen von jenen beiden Gefässen schwindet und aufgelöst wird (a. a. O. S. 122).

Bei der letzterwähnten Untersuchung hat sich nun die angeführte Hypothese einestheils als zutreffend, anderntheils aber als verfehlt erwiesen. Näher angegeben, so kamen bei solchen Sperlings-Embryonen, deren Gliedmassen noch nicht Andeutungen von Zehen und Fingern bemerken liessen, sondern nur erst meisselförmig waren, und die überhaupt in ihrer Gestalt eine grosse Aehnlichkeit mit einem Hühnchen von dem Ende des fünften Tages der Bebrütung hatten, zwei kurze gemeinschaftliche Carotiden vor, die weit von einander entfernt und fast parallel zu beiden Seiten des Halses neben der Speiseröhre verliefen. Bei ein wenig älteren Embryonen hatten diese Arterien nicht nur eine etwas grössere Länge erreicht, sondern auch ihren Verlauf so verändert, dass sie zwei einander zugekehrte schwache Bogen bildeten und mit ihrem mittleren Theile zwischen der Speiseröhre und den

Halswirbeln lagen, jedoch nirgends einander berührten. Bei wieder andern Embryonen, die um ein Geringes weiter, als jene, entwickelt waren, lagen sie mit der Mitte der von ihnen gebildeten Bogen auf einer mässig grossen Strecke unter den Halswirbeln dicht neben einander. Bei zwei noch ältern Embryonen, die in ihrer Gestalt mit einem Hühnchen von dem siebenten Tage der Bebrütung übereinstimmten und an deren Beinen die Zehen (wie an den Flügeln die Finger) zwar schon deutlich zu erkennen, doch mit einander durch eine verhältnissmässig noch sehr dicke Lage von Substanz verbunden waren, gingen die beiden gemeinschaftlichen Carotiden nicht fern von ihrem Ursprunge unter einem ungefähr rechten Winkel zusammen, erschienen unter einer Lupe von dieser Stelle aus auf einer mässig langen Strecke mit einander verschmolzen und gingen dann unter einem sehr spitzen Winkel wieder aus einander. Die Strecke, auf der sie verschmolzen erschienen, betrug ungefähr den dritten Theil ihres Verlaufes von der Stelle ihres Zusammentreffens bis zu dem Kopfe hin. Um jedoch zu erfahren, ob sie auf dieser Strecke nicht etwa mit einander nur verklebt waren, schnitt ich mit einer Scheere, nachdem ich schon vorher die Speiseröhre und Luftröhre entfernt hatte, den Kopf von dem Halse und den Hals von dem Rumpfe ab, löste unter Wasser die Carotiden von den Halswirbeln und deren Muskeln ab, schob sie ebenfalls unter Wasser auf eine Glasplatte, beschwerte sie mit einem Deckplättchen und brachte sie unter ein Mikroskop, das sie 40mal vergrösserte. Deutlich aber ergab sich nunmehr, dass sie sich auf der erwähnten Strecke wirklich mit einander so vereinigt hatten, dass sie auf ihr nur eine einfache Höhle enthielten, also auf derselben nur ein einziges Gefäss darstellten. Bei drei andern Embryonen, die sich etwas weiter entwickelt hatten, war die Verschmelzung der beiden gemeinschaftlichen Carotiden schon bis in die Nähe des Kopfes vorgeschritten, wo dann diese Gefässe unter einem nur wenig spitzen Winkel aus einander gingen. Auch war bei ihnen, was ich bei jenen zuletzt angeführten Embryonen noch nicht bemerkt hatte, der hinter dem Ver-

einigungswinkel der beiden gemeinschaftlichen Carotiden gelegene Theil der rechten viel dünner, als der ihm der Lage nach entsprechende Theil der linken. Bei mehreren noch weiter entwickelten Embryonen aber, die über den Rücken gemessen von der Schnabelspitze bis an das Schwanzende eine Länge von 10 bis 11 Linien hatten, zwischen ihren Zehen nur noch eine mässig dicke Verbindungshaut besassen und in ihrer ganzen Gestalt einem Hühnchen von dem neunten Tage der Bebrütung ähnlich waren, liess sich nicht mehr zwischen dem Gefässstamm, der durch die Verschmelzung zweier gemeinschaftlichen Carotiden gebildet worden war, und der rechten Arteria anonyma eine Verbindung auffinden, vielmehr war bei ihnen die rechte gemeinschaftliche Carotis vor der Stelle, wo sie eine Arteria vertebralis profunda ausgesendet hatte, und wo nach innen von ihr eine kleine Blutgefässdrüse entstanden war, vollständig aufgelöst worden.

Nach den gemachten Mittheilungen entsteht also die bei manchen Vögeln vorkommende unpaarige Halsarterie, für die ich übrigens in der vorhin erwähnten Abhandlung die Benennung Carotis subvertebralis gewählt habe, durch eine Verschmelzung zweier gemeinschaftlichen Carotiden. Die Vereinigung dieser beiden Arterien erfolgt jedoch auf eine andere Weise, als ich vermuthet habe, nämlich dadurch, dass sich dieselben in der Richtung von hinten nach vorn immer mehr an einander legen und mit einander verwachsen, und dass ihre Wandungen an den Stellen, an denen sie mit einander verwachsen sind, gleich darnach, als dies geschehen ist, in Folge einer in ihnen eingetretenen Resorption vergehen. Denn was insbesondere den erstern Umstand anbetrifft, so gingen die gemeinschaftlichen Carotiden bei denjenigen untersuchten Sperlings-Embryonen, bei welchen die aus ihnen entstandene unpaarige Halsarterie schon eine ziemlich grosse Länge hatte, von dieser Arterie unter einem sehr viel weniger spitzen Winkel aus einander und waren in ihrem Verlauf von ihr zum Kopfe hin nicht nur im Verhältniss zu derselben, sondern auch an und für sich viel kürzer, als bei solchen weniger weit entwickelten Embryonen, bei denen sich diese

unpaarige Arterie nur erst zu bilden angefangen hatte. Es beruht demnach in der Klasse der Vögel die Bildung einer Carotis subvertebralis auf ähnlichen Vorgängen, als nach Remak's Beobachtungen an dem Hühnchen bei den Vögeln (und auch wohl bei den übrigen Wirbelthieren) die Bildung der Aorta descendens, da nach diesen Beobachtungen bei dem Hühnchen zwei Arterien, die bei ihm in frühester Zeit des Fruchtlebens unter der Rückenwand der Leibeshöhle neben einander verlaufen (die primitiven Aorten nach Remak), allmählig zusammenrücken und mit einander zu der absteigenden Aorte verschmelzen[1]).

Aus der beschriebenen Entstehungsweise der bei manchen Vögeln vorkommenden Carotis subvertebralis ist auch, beiläufig bemerkt, die sonst räthselhafte Verschiedenheit erklärlich, die man bei verschiedenen Exemplaren der *Ardea stellaris* in der Anordnung ihrer Halsarterien angetroffen hat. Barkow fand nämlich bei zwei Exemplaren dieser Vogelart zwei gemeinschaftliche Carotiden, die nach dem grössten Theil ihrer Länge unter den Halswirbeln dicht neben einander verliefen und nirgends mit einander vereinigt waren[2]). Von Meckel aber wurde bei derselben Vogelart zweimal[3]) und von mir viermal eine Carotis subvertebralis gefunden, die mit zwei Wurzeln aus den beiden Arteriae anonymae entsprang. In dem einen von mir beobachteten Falle machte ich an diesem Gefässe mittelst einer Scheere eine Menge von Querdurchnitten, und überzeugte mich dabei vollständig, dass es ein durchaus einfacher Canal war. Nach diesen Beobachtungen darf man also wohl annehmen, dass bei der *Ardea stellaris* in einigen Fällen eine Verschmelzung ihrer beiden gemeinschaftlichen Carotiden zu einer Carotis subvertebralis vor sich geht, in andern Fällen aber ausbleibt, und dass mit dieser Unbeständigkeit in dem Verhalten ihrer gemeinschaftlichen Carotiden die Erscheinung in einem Zusammenhange

---

1) Untersuchungen über die Entwickelung der Wirbelthiere. Berlin 1855, §. 35, 79 u. 103.

2) Meckel's Archiv, Jahrgang 1829, S. 270 u. 461.

3) System der vergleichenden Anatomie Theil V., S. 279.

steht, dass in den ersteren Fällen der hintere Theil ihrer rechten gemeinschaftlichen Carotis nicht aufgelöst wird, sondern bestehen bleibt.

Bei den Krokodilen zeigt die Carotis subvertebralis, wenn sie sich der Norm gemäss entwickelt hat, im Wesentlichen ein eben solches Verhalten, wie die gleichnamige Arterie der meisten damit versehenen Vögel: denn wie diese, entspringt auch sie aus einer linken Arteria anonyma, verläuft grösstentheils in der Mittelebene des Körpers unter den Halswirbeln nach vorn und theilt sich hinter der Hirnschale in zwei hauptsächlich für die Seitenhälften des Kopfes bestimmte Aeste. Schon der Analogie nach darf man daher annehmen, dass bei den Krokodilen die Carotis subvertebralis auf dieselbe Weise, wie bei den mit einer solchen Arterie versehenen Vögeln gebildet wird. Noch einen andern Grund zu einer solchen Annahme aber gewährt der Umstand, dass ich bei zwei Embryonen von *Alligator sclerops* und *Crocodilus acutus* die angeführte Arterie habe mit zwei Wurzeln, wie bei noch sehr jungen Embryonen des Sperlings, von den beiden Arteriae anonymae abgehen sehen. Der Embryo des *Alligator sclerops* war noch sehr jung, wie überhaupt der jüngste Krokodil-Embryo, den ich zergliedert habe, und bei diesem mochte wohl die rechte Wurzel der Carotis subvertebralis eben wegen seiner nicht besonders weit vorgeschrittenen Entwickelung noch nicht aufgelöst worden sein. Der Embryo des *Crocodilus acutus* aber war schon völlig reif und bei ihm konnte deshalb, weil ich bei viel jüngeren Embryonen derselben Art das in Rede stehende Gefäss nur als eine gerade Fortsetzung der linken Arteria anonyma gefunden hatte, das Vorhandensein einer rechten zweiten Wurzel dieses Gefässes, wie bei solchen Exemplaren der *Ardea stellaris*, die eine Carotis subvertebralis besitzen, für nichts Anderes, als für ein Stehenbleiben desselben auf einer niedern Entwickelungsstufe betrachtet werden[1]). Auch dürfte höchst wahrscheinlich die

1) Auch der von Meckel bei einem *Psittacus sulphureus* gefundene Fall, in dem eine mit zwei Wurzeln von zwei Arteriae anonymae abgehende Carotis subvertebralis vorkam (System der vergleich.

von van der Hoeven bei einem *Crocodilus biporcatus* beobachtete Bildung der Carotis subvertebralis, die als ein kurzer, aus der linken Arteria anonyma entsprungener Stamm sich in zwei, in der Mitte des Halses dicht beisammen liegende Aeste spaltete[1]), in einem Stehenbleiben auf einer niederen Entwickelungsstufe ihren Grund gehabt haben: denn nach den von mir gemachten Wahrnehmungen theilt sich bei dem *Crocodilus biporcatus* die Carotis subvertebralis, wenn sie sich der Norm gemäss entwickelt hat, wie bei anderen Krokodilen, erst ganz in der Nähe des Hinterhauptes.

Anatomie Theil V., S. 279) ist so zu deuten: denn bei einem Exemplar derselben Vogelart, das von mir zergliedert wurde, entsprang dieses Gefäss einfach aus der linken Arteria anonyma.

1) Van der Hoeven en de Vriese Tijdschrift voor natuurlijke geschiedenis en physiologie. Deel VI. (Leiden 1836) Pag. 166 u. 167.

Ueber einige Parasiten der *Holothuria tubulosa*

von

Dr. A. Schneider.

(Hierzu Taf. XII.)

Leydig (Müller's Archiv 1852, S. 517), Joh. Müller (Anmerk. z. erwähnten Aufsatz) und Berlin (Ebd. 1853, S. 442) haben in *Synapta digitata* frei in der Leibeshöhle flottirende, braune, planarienartige Körperchen beobachtet. Leydig fand sie zusammengesetzt aus einer Grundmasse von zelligen, mit Pigmentkörnchen erfüllten Elementen, in welche Psorospermcysten und verschiedene eiähnliche Gebilde eingebettet sind. Berlin ist im Ganzen mit Leydig's Beschreibung einverstanden, nur hat er die Psorospermcysten nicht wiedergefunden und in einem Theile der eiähnlichen Gebilde Leydig's abgefallene und in besonderer Weise metamorphosirte „pantoffelförmige Organe“ zu erkennen geglaubt. Die Körperchen der *Synapta* kenne ich zwar nicht, aber wenigstens nach Leydig's Beschreibung müssen sie anderen, von mir und vielleicht auch von Delle Chiaje (siehe J. Müller's oben citirte Bemerkung) in *Holothuria tubulosa* gefundenen, sehr ähnlich sein. Der vorzüglichste Fundort in der Holothurie ist zwischen den Häuten, welche von der Kloake zur Leibeswand gehen. Die Grundmasse derselben besteht aus stark konturirten amöbenartigen Körperchen. Darin findet eine noch reichere Anhäufung anderer Wesen, als in den Körperchen der *Synapta* Statt. Nämlich 1. freie Gregarinen, encystirte Gregarinen und Psorospermcysten; 2. Crustaceen und ihre Eier; 3. braune, flaschenförmige Eier eines in der Leibeshöhle schmarotzenden Turbellarium. Mit Uebergehung der Crustaceen wollen wir zuerst das Turbellarium betrachten

und dann die Gregarinen, wobei sich auch einige Bemerkungen über die Bedeutung jener Körperchen ergeben werden.

I. *Anoplodium parasita* (mihi).

Das Vorkommen dieses Turbellar's war nach einer mündlichen Mittheilung, dem gründlichen Kenner der wirbellosen Meeresthiere, Hrn. Dr. Krohn, schon vor mir nicht entgangen. Man wird auch stets einige Exemplare finden, wenn man die beim Aufschneiden einer Holothurie ausströmende Flüssigkeit auffängt und genau durchmustert[1]).

Die Grösse derselben beträgt 1—2‴. Ihre Anatomie liess sich ziemlich vollständig ermitteln. Fig. 1.

Der Darmkanal der rhabdocoelen Turbellarien wird gewöhnlich als ein einfacher Blindsack angegeben. Diese Angabe scheint mir jedoch nicht ganz richtig zu sein. Denn sobald ein Turbellarium hinreichende Nahrung zu sich genommen hat, ist es schwer, die Begränzung des Darmes anzugeben, weil sich derselbe dann mit schleimigen Kugeln erfüllt, welche das Leibesparenchym täuschend nachahmen. Füllt sich aber nach längerem Fasten der Darm mit einer röthlichen klaren Flüssigkeit, so wird seine Gestalt deutlich, er zeigte in unserm Falle, wenigstens in der vorderen Parthie, regelmässige Ausbuchtungen. (Fig. 1b.)

Während die Penisröhre der Derostomeen, denen unsere Turbellarie nach der Stellung des Mundes angehört, stets bewaffnet, oder wenigstens hart ist, ist sie hier weich. Ich habe mir deshalb erlaubt, das neue Genus *Anoplodium* aufzustellen.

An der Scheide (Fig. 1g.) sind Ring- und Längsfasern, so wie ein Pflasterepithelium zu erkennen. Bei h findet sich ein Kragen stärker konturirter Falten, welcher vielleicht die Scheide periodisch verschliesst. In dem Receptaculum seminis fand ich nie Spermatozoen, wahrscheinlich weil sie sich nur vereinzelt und kurze Zeit darin aufhalten, öfter sah ich sie

1) So wenigstens in den Holuthurien, die ich während der Wintermonate in Neapel untersuchte.

in der Scheide. Das Thier trägt immer nur ein Ei bei sich. Dasselbe liegt in der Längsaxe des Körpers und haftet mit dem spitzen, etwas gekrümmten und zerschlissnen Ende in den zelligen Wänden des Uterus. Das Chorion des fertigen Eies lässt sich durch Rollen in 2 Schichten trennen, eine innere, dickere braune und eine äussere, dünnere farblose. An letzteren erkennt man oft Zeichnungen gleich Zellen mit Kernen (Fig. 3). Da sie nicht constant sind, kann man sie wohl für Abdrücke des muthmasslichen Epitheliums der Eiertasche halten.

Die Eier, welche man in den braunen Körperchen findet, enthalten neben Resten des Nahrungsdotters einen zellig gebauten, bewimperten Embryo von der Gestalt eines, an dem einen Ende spitz ausgezogenen Ovals. Trotz sorgfältiger Untersuchung fand ich ihn nie freischwimmend in der Flüssigkeit der Leibeshöhle. Es wäre also die Vermuthung, dass sich die Eier erst ausserhalb, im Seewasser, öffnen, nicht von der Hand zu weisen. Ich bedauere, darüber keine Versuche angestellt zu haben. Auf eine complizirtere Entwickelungsgeschichte glaubte ich aus einem Wesen schliessen zu dürfen, welches ich in den braunen Körpern, leider nur einmal, fand. Zu der Abbildung (Fig. 5) kann ich nichts weiter hinzufügen, als dass die umschliessende Cyste mit einem Ei keine Aehnlichkeit hatte. Möglicherweise war es auch ein encystirter Trematod.

Als anomale Chorionbildungen oder verunglückte Eier, betrachte ich gewisse längliche Körperchen, welche sich ebenfalls an dem oft erwähnten Orte finden. Es sind mitunter abenteuerliche Gestalten bis zur Länge 1''' und darüber, bestehend aus Lamellen einer ähnlichen Substanz, wie die des Chorion. Eins der einfachsten ist Fig. 4 abgebildet.

II. *Gregarina Holothuriae.*

Die Gregarinen der Holothurie finden sich auch im Darmkanale, in den Blutgefässen und freischwimmend in der Flüssigkeit der Leibeshöhle. Sie sind elliptisch oder kugelrund, enthalten feine Körnchen und einen bläschenartigen Kern

mit Nucleolus. Die in dem Gefässnetze befindlichen buchten die Gefässwandung allmählig immer weiter aus, bis die Ausbuchtung schliesslich eine gestielte Blase bildet (Fig. 6). Auch Kölliker hat mittlerweile diese Erscheinung beschrieben, ohne dass er sich über die Natur der eingeschlossenen Körper auszusprechen wagt (Ztschrft. f. w. Z. Bd. IX. S. 138).

An allen aus den Gefässen genommenen beobachtete ich in Uebereinstimmung mit Kölliker 2 Kerne, ebenso auch an vielen aus der Leibeshöhle. Bei den letzteren bemerkt man unter dem Drucke des Deckgläschens eine lichte Furche, welche den Inhalt in 2 Theile, jeder mit einem Kerne, trennt; bei den ersteren kann man wahrscheinlich wegen der Resistenz der Gefässwand diese Furche nicht zur Anschauung bringen. Abweichend von Kölliker fand ich auch die gestielten Blasen stets bewimpert. Es ist jedoch möglich, dass mir einige unbewimperte entgangen sind. Denn da dieselben zuletzt in die Leibeshöhle abfallen, so mögen sie wohl in einem bestimmten Zeitpunkte vorher zu wimpern aufhören. Das Abfallen erschliesse ich aus dem Vorkommen frei schwimmender Gregarinen, welche eine besondere Hülle von zellularer Zusammensetzung haben.

Die Einschliessung dieser Gregarine in eine blasige Ausstülpung der Gefässe wird wohl in Jedem die Vermuthung anregen, ob nicht der Schlauch der *Entoconcha mirabilis* auch in einer Ausstülpung des Darmgefässes eingeschlossen sei. In der That würde sich z. B. das Hineinragen des offnen Endes in die knopfartige Anschwellung des Gefässes mit dieser Vermuthung wohl vertragen. Allein allen Conjecturen steht die bestimmte Angabe J. Müller's entgegen, dass die Bewimperung des Gefässes nie auf den Schlauch übergeht.

Wir übergehen die Encystirung und Psorospermbildung, zu deren Beobachtung sich gerade hier das reichste Material darbietet, und wenden uns gleich zu den späteren Stadien der Entwickelung der Gregarinen. Die Gestalt des fertigen Psorosperms siehe Fig. 7.

Durch die Untersuchungen N. Lieberkühn's (Acad. R. d. Belgique. Tom. XVI. d. Mémoires couronnés etc. Evolution

d. Gregarines u. Müller's Archiv 1854) steht fest, dass aus dem Psorosperm durch Zerfall der Schaale ein amöbenartiges Wesen frei wird, welches je nach der Species Kern und Membran bekommt oder nicht. Das Freiwerden der Amöben habe ich zwar in unserm Falle nicht beobachtet, es scheinen sich aber einige der in Holothurien vorkommenden Amöben als Entwickelungsstufe der Gregarine bestimmen zu lassen.

Man kann die hier vorkommenden amöbenartigen Wesen in 2 Klassen bringen. Die der ersten Klasse sind identisch mit den von Leydig (l. c.) in den Gefässen der *Synapta digitata* gefundenen und als Blutkörperchen beschriebenen Wesen, an denen er aber die amöbenartigen Bewegungen nicht erkannte. Sie bestehen aus einer hellen Substanz mit einer kleinen centralen Anhäufung dunklerer Körnchen, die man wohl als Kern bezeichnen kann, dem aber die bläschenartige Structur echter Kerne fehlt. Ausser den gezackten Formen, welche Leydig erwähnt, kommen auch solche mit kugligen Fortsätzen vor (Fig. 12), deren Bewegungen eigenthümlicher, kaum zu beschreibender Art sind, ähnlich dem Auftreten und Verschwinden der Blasen, wenn man Luft in Seifenwasser bläst. Man kann diese Bewegungen oft stundenlang beobachten. Diese Körperchen kommen vor in der Flüssigkeit der Leibeshöhle, im Wassergefässsysteme (untersucht aus der Polischen Blase und den Ampullen der Mundtentakel), in den Blutgefässen und ausserdem in der Flüssigkeit aus der Leibeshöhle des *Echinus esculentus.* Den letztgenannten Ort habe ich vielfältig untersucht, ohne darin je eine Gregarine, überhaupt irgend einen Schmarotzer und ins Besondere etwas, den brauen Körperchen Aehnliches zu finden. Es ist deshalb unwahrscheinlich, dass diese Körperchen in den Entwickelungskreis der Gregarinen gehören. Sollen wir sie nun als Blutkörperchen betrachten oder als Schmarotzer ähnlich andern Hämatozoen?

Um uns für die Blutkörperchen zu entscheiden müssten wir annehmen, dass die Holothurie zwei getrennte Blutsysteme hat: das Gefässsystem und die Leibeshöhle, welche beide dieselben Körperchen enthalten. Dies wäre schon

möglich, da die Flüssigkeit der Leibeshöhle einen Eiweissstoff gelöst hält, welcher an der Luft faserstoffartig gerinnt. Das gleichzeitige Vorkommen dieser Körperchen im Wassergefässsystem ist natürlich, da dasselbe gerade bei den Holothurien in die Leibeshöhle mündet. Fänden sie sich in dem nach Aussen mündenden Wassergefässsysteme der Seeigel, so wäre dies schon ein Grund sie als Schmarotzer zu betrachten. Leider habe ich dies nicht entschieden. Ueberhaupt muss ich bekennen, dass mir die Schwierigkeit des Gegenstandes erst klar geworden ist, als es zu spät war.

Wir kommen jetzt zu der andern Klasse von Amöben. Es sind die, welche die Hauptmasse der braunen Körperchen bilden. Sie sind homogen, ohne Kern, von fettartigen Konturen (s. Fig. 11 bei 450m. Verg.). Die Bewegungen sind schwer zu erkennen, da sie meist langsam oder gar nicht, selten schnell stattfinden. Ich hätte sie deshalb leicht für fett- oder kalkartige Körper halten können, wären sie nicht in Natronlauge heller geworden und in Essigsäure unlöslich geblieben. Zwischen den eben beschriebenen kommen einzelne grössere vor in allen Abstufungen bis zur Grösse der kleineren und mittelgrossen Gregarinen, welche aus derselben Substanz bestehen, aber noch dunklere fettartige, feinere und gröbere Körnchen einschliessen. Bewegungen derselben habe ich zwar nicht gesehen, vermuthe sie aber aus den mannichfaltigen Umrissen, welche diese Körper darbieten (Fig. 8, 9, 10). Auch ein Kern war noch nicht zu finden, wenn nicht eine helle Kugel, wie in Fig. 10, dazu der Anfang ist. Gregarinen mit Kern waren stets drehrund ohne Fortsätze. Ein Uebergang der Amöben in Gregarinen ist somit hier nur sehr unvollständig nachzuweisen. Sollte er aber dennoch stattfinden, so würden sich die braunen Körperchen mit den Anhäufungen von Amöben vergleichen lassen, welche Lieberkühn (s. Evolution d. Greg. pag 25) in der Leibeshöhle der Regenwürmer fand und welche sogar noch die Grösse und Gestalt der Psorocysten haben, aus denen sie hervorgingen.

Erklärung der Figuren.

Fig. 1. Anatomie von *Anoplodium parasita*.
a. Mund. b. Theilweise Umrisse des Darmkanals. bc. Hoden. d. Penis. e. Dotterstock, der Einfachheit wegen nur auf einer Seite gezeichnet. f. Eierstock. g. Vagina. h. Eigenthümlicher Kragen von Falten. i. Receptaculum seminis. k. Uterus mit darin befestigtem Ei.

Fig. 2. Ei desselben, darin der Embryo.

Fig. 3. Stück der äussern Schicht des Chorion mit zelliger Zeichnung.

Fig. 4. Anomale Chorionbildung.

Fig. 5. Räthselhaftes Wesen in einer Cyste eingeschlossen.

Fig. 6. Gregarine im Gefässe der Holothurie sitzend (Verg. 120m).

Fig. 7. Psorosperm.

Fig. 8, 9, 10. Amöbenartige Wesen aus den braunen Körpern.

Fig. 11. Amöbenartige Wesen, welche die braunen Körper vorzugsweise bilden.

Fig. 12. Andere amöbenartige Wesen, vielleicht Blutköperchen.

Innere Bewegungserscheinungen bei Diatomeen der Nordsee aus den Gattungen *Coscinodiscus, Denticella, Rhizosolenia.*

Von

Prof. Max Schultze.

(Hierzu Taf. XIII.)

Das Meer um Helgoland ist reich an grossen Diatomeen, welche mit dem feinen Netze oft in ansehnlicher Menge aufgebracht werden. Mehrere der dort sehr häufigen Arten sind von Ehrenberg bei Cuxhaven gefunden worden, als *Coscinodiscus, Triceratium, Zygoceros, Eucampia* (Abhandl. d. Akad. d. Wiss. z. Berlin 1839). Andere sind noch nicht aus der dortigen Gegend bekannt, wie *Chaetoceros* (vergl. Brightwell Quart. journ. of. micr. science 1856 p. 105 Tab. VII.), *Denticella*, *Rhizosolenia.*

Bei weitem am häufigsten kamen im vergangenen Herbste Formen der letztgenannten Gattung vor. Die Rhizosolenien sind mit blossem Auge schon zu erkennen und fehlten auf den, gemeinschaftlich mit meinem Vater und den Herren G. Wagener, Lieberkühn, Kupfer unternommenen Excursionen keinen Tag. In dem Glase, welches sie enthält, bemerkt man namentlich bei durchgehendem Sonnenlichte ein Glitzern, von haarfeinen Stäbchen herrührend, die wie Cholestearinkrystalle, doch stärker, das Licht brechen und beugen, dass sie in allen Regenbogenfarben spielen. Die Länge der Stäbchen beträgt nicht selten 2—3 Linien.

Vollständige Exemplare der Gattung *Rhizosolenia* Ehrb. sind bisher, soviel mir bekannt, nur von Brightwell gefunden und zuerst im 20sten Hefte des Quart. journ. of micr. sc. 1857 p. 191 erwähnt, dann in dem letzterschienenen Hefte

derselben Zeitschrift vom Januar d. J. abgebildet worden. Dieselben stammten alle aus dem Magen von Ascidien, Salpen und aus *Noctiluca*, wurden zum Theil zwar mit organischer Erfüllung, aber selbstverständlich nicht lebend gesehen. Doch führt Brightwell an letztgenanntem Orte (ob aus eigener Erfahrung?) an, dass *Rhizosolenia setigera* eine Bewegung wie andere Diatomeen zeige, indem sich die Röhren langsam vor und rückwärts schöben. Auch wird hier erwähnt, dass Rhizosolenien frei schwimmend im Meer warmer Breiten vorkämen.

Herr G. Wagener machte mich zuerst auf eigenthümliche, in den Rhizosolenien vorkommende Körnchenströme aufmerksam, die mich dann zu weiterem Nachsuchen auch bei anderen Diatomeen veranlassten, wo sie bei *Coscinodiscus* auch von G. Wagener zuerst gesehen wurden, und mir endlich noch bei einer grossen *Denticella* auffielen. Zu einer deutlichen Beobachtung der Körnchenströme ist möglichst grosse Durchsichtigkeit des Kieselpanzers nöthig. Diejenigen Formen von *Coscinodiscus* also, deren Schalenzeichnung eine verschwindend feine, wie *Cosc. centralis* Ehrbg. (Microgeologie Tab. XXII., Fig. 1), mit der eine bei Helgoland häufige Form übereinstimmen wird, sind geeigneter als andere, die als *Cosc. radiatus* und *patina* Ehrbg. bestimmt wurden, und eine undurchsichtigere, sehr scharf gezeichnete Schale besitzen. Aus demselben Grunde ist *Triceratium*, deren mehrere Arten bei Helgoland vorkommen, zur Beobachtung nicht einladend. Uebrigens hätte sich die Körnchenbewegung, wie ich überzeugt bin, noch bei manchen anderen Arten beobachten lassen, wenn mehr Zeit auf die Aufsuchung verwendet wäre. An mehreren der massenweise lebend in liquor conservativus, wie er zur Aufbewahrung der Medusen geeignet[1]),

---

1) Diese aus Kochsalz ℥ iv, Alaun ℥ ij, Sublimat gr. iv in zwei Quart destillirtem Wasser gelöst bestehende Flüssigkeit ist zur Aufbewahrung der kleinen Organismen, welche die Fischerei mit dem feinen Netze im Meere liefert, vortrefflich geeignet. Man spüle den Zipfel des Netzes statt in Seewasser in einem mit dieser Salzlösung gefüllten Glase aus. So erhält man nach mehrmaliger Wiederholung einen

gesetzten Diatomeen konnte nachträglich eine strahlig fadige Anordnung des organischen Inhaltes beobachtet werden, mit derjenigen übereinstimmend, welche andere zeigten, bei welchen im Leben die Körnchenströme gesehen wurden. So z. B. bei der grossen durchsichtigen *Navicula angulata.*

Totalbewegungen habe ich weder bei *Rhizosolenia* noch bei *Coscinodiscus* und *Denticella* gesehen. Die inneren Bewegungserscheinungen aber sind folgender Art:

Coscinodiscus und *Denticella* (Fig. 11—13) zeigen im lebenden Zustande einen meist central gelegenen, doch der einen der Seitenwände genäherten Kern, ein farbloses rundes Bläschen von der Grösse eines menschlichen Blutkörperchens, mit starklichtbrechendem grossen Kernkörper — könnte auch für eine Zelle mit Kern gehalten werden, welchem letzteren dann aber das Kernkörperchen fehlt. Um diesen Körper findet sich eine Anhäufung feinkörniger, farbloser Masse, von welcher strahlig eine Menge gröberer und feiner Stränge ausgehen, und den wasserklaren inneren Raum der Diatomee nach allen Richtungen durchsetzen. Sie finden sämmtlich ihr Ende in einer der inneren Oberfläche des Kieselpanzers ringsanliegenden äusserst zarten Schicht derselben feinkörnigen Substanz. In letzteres wie der den Kern umhüllenden und bei nicht vollständiger Wandständigkeit desselben ihn oft ganz verdeckenden feinkörnigen Masse sind Farbstoffbläschen eingebettet. Diese sind ockergelb, rund oder etwas zackig, in letzterer Form namentlich bei *Denticella.* Sie liegen entweder in ganz gleichförmiger Vertheilung in gleichen Abständen von einander der Kieselhülle an, wie in den ge-

Bodensatz, der jahrelang als Fundgrube dienen kann. Noctiluca-, Echinodermen- und Annelidenlarven, Entomostraca, Diatomeen, Polythalamien, Polycystinen erhalten sich in ihren Weichtheilen wie Hartgebilden vortrefflich. Zum Durchsichtigmachen wende man später Glycerin an. Einige solcher Gläser, bei Weltumsegelungen einzeln für sich an verschiedenen Stellen gefüllt und bezeichnet, werden reicheres und besser erhaltenes Material zum Studium der geographischen Verbreitung und des Formenreichthums der betreffenden Organismen liefern, als das Durchsuchen von Thiermägen oder das Filtriren einiger weniger mitgebrachten Flaschen voll Seewasser.

zeichneten Exemplaren, oder sind, wie das bei *Coscinodiscus* mehrmals gesehen wurde, in netzförmig unter einander verbundenen Strängen angeordnet. In den Fäden und in der feinkörnigen Rindenschicht finden sich Strömungserscheinungen. Frisch aus dem Meere eingebrachte Exemplare, höchstens einige Stunden im Glase gehalten, sind allein geeignet zur Beobachtung derselben. Von der den Kern umhüllenden feinkörnigen Masse geht die Strömung in und an den, aus einer, wie es scheint mehr homogenen, wenn auch nicht structurlosen Masse bestehenden Fäden nach der Peripherie, und in denselben Fäden oder in anderen laufen andere Körnchen zurück nach dem Centrum. Die Fäden sind in der Nähe des Kernes am dicksten, verschmälern sich auf ihrem Wege durch Theilung, verbinden sich netzförmig unter einander, bis sie in feiner Vertheilung ein zartes, der Kieselhülle eng anliegendes Gespinnst darstellen, in welches oder nach aussen von welchem in einer mehr homogenen Schicht die Farbstoffbläschen eingebettet sind.

Nicht immer liegt der Kern der Kieselhülle an, er kann auch in die Mitte des inneren Raumes rücken. *Coscinodiscus* besitzt eine Form wie eine flache runde Schachtel, deren Boden und Decke uhrglasförmig gewölbt sind. Sieht man einen solchen Körper von der Seite, und der Kern mit der ihn umhüllenden Körnchenmasse befindet sich in der Mitte zwischen beiden Seitenwänden, so geht öfter ein stärkerer Strang körniger Substanz von ihm aus nach dem Centrum der letzteren. So erscheint die Mitte eingenommen von einem dunkleren Axenstrang. Eine solche mittlere Lage scheint der Kern einzunehmen vor der beginnenden Fortpflanzung durch Theilung. Nach dem Auftreten zweier neuen mit ihren convexen Oberflächen einander zugekehrten uhrglasförmigen Wände im Innern besitzt jeder Theilsprössling einen Kern an der neugebildeten Wand anliegend. So auch bei *Denticella*, wie Fig. 12 lehrt, wo freilich nur aus der Anhäufung dunklerer Körnchenmasse als Centrum der strahligen Fäden die Lage der Kerne erschlossen wurde. Die Farbstoffbläschen sind in dieser Abbildung weggelassen; sie zeigten die-

selbe gleichförmige Vertheilung wie in Fig. 11, so dass eine wesentliche Verschiebung derselben mit dem Eintreten der Theilung nicht vorzukommen scheint.

Etwas anders verläuft die Körnchenströmung bei *Rhizosolenia*. Die langen, vollständig durchsichtigen, sehr zarten Kieselröhren besitzen, wie schon Brightwell sah, einen gelben Inhalt, und zwar ist die gelbe Farbe bedingt durch Farbstoffbläschen von längsovaler, fast stäbchenförmiger Gestalt, in ihrem Längsdurchmesser die von *Coscinodiscus* und *Denticella* etwa erreichend. Sie liegen eingebettet in eine farblose, feine Körnchen enthaltende Substanz, welche wieder Sitz der Strömungserscheinungen ist, an welchen hier jedoch, abweichend von den zuerst beschriebenen Diatomeen, auch die Farbstoffbläschen lebhaften Antheil nehmen. Eine bald in der Mitte bald mehr einem Ende des Fadens näher gelegene dichtere undurchsichtige Anhäufung der Körnchenmasse und Farbstoffbläschen, in welcher ein Kern, wie bei *Coscinodiscus* und *Denticella*, nicht gesehen werden konnte, lässt sich als Centrum der Ströme bezeichnen. Diese gehen aber nicht strahlig nach allen Richtungen durch die Mitte der Röhre, sondern schliessen sich vom Beginn an eng an die Oberfläche der Kieselwand, und verlaufen als feine, gestreckte, parallele Fäden gewöhnlich bis in die zugespitzten Enden der Röhre, wo sie sich wieder zu einer meist wenig ausgedehnten undurchsichtigeren Masse vereinigen. Solcher Körnchenfäden zählte ich einmal im Umkreis der Röhre 16, parallel neben einander verlaufende. Die Strömung aber ist in jedem der Fäden eine doppelte. Kleine Körnchen fliessen in einer mehr homogenen Grundsubstanz bald schneller bald langsamer, häufen sich hier zu einem Klümpchen, sind dort nur einzeln zu erkennen, ragen am Rande über die Oberfläche des Fadens hinaus oder sind scheinbar ganz in ihn eingebettet. Oft werden einzelne oder viele der Farbstoffbläschen mit von dem Strome ergriffen und eine Strecke weit fortgeführt, andere liegen ruhig zwischen den Strömchen in einer äussersten nicht bewegten Schicht. Auch brückenförmige Verbindungen, Verschmelzungen, Theilungen kommen,

so viel ich mich erinnere, vor. Genauere Aufzeichnungen fehlen mir leider. Es sei die Erscheinung daher Anderen zur weiteren Verfolgung empfohlen.

Die beschriebenen Körnchenströme, namentlich die im Innern der *Coscinodiscus* und *Denticella* gleichen vollständig den in der *Noctiluca* bekannten. Hier gehen sie von einer dunkelen Masse aus, welche excentrisch die Stelle einnimmt, an welcher der kugelige Körper eine busenförmige Vertiefung besitzt, und strahlen nach allen Seiten ins Innere des von einer klaren Flüssigkeit erfüllten Körperhohlraumes, um unmittelbar unter der Haut in ein verschwindend feines Netz von Strömchen überzugehen, und endlich mit der Haut selbst zu verschmelzen, welche, wenn wir ein Bild von den Pflanzenzellen auf die *Noctiluca* übertragen wollen, nur die äusserste, die Rindenschicht des Protoplasma darstellt, eiweissartiger Natur ist, auch bei *Coscinodiscus* nicht zu fehlen scheint, hier aber von der Kieselhülle noch überzogen wird, wie bei den meisten Pflanzenzellen von der Cellulose-Haut. Die Körnchenströme gleichen aber auch vollständig denen in den hervorgestreckten Fäden der Gromien, Polythalamien und Polycystinen. Unger hat kürzlich (Anatomie und Physiologie der Pflanzen 1855 p. 282), eine früher schon von Cohn (Nachträge zur Naturgeschichte des *Protococcus pluvialis*. Aus d. Leopoldinischen Akademie-Schriften) ausgesprochene Ansicht specieller formulirend, die Saftströmungen (Rotationen) in den Pflanzenzellen, z. B. den Staubfädenhaaren der *Tradescantia* mit den Erscheinungen, welche die Fäden der *Amoeba porrecta* zeigen oder die Polythalamien, wie ich sie beschrieben, zusammengestellt, und die Bewegungen des Protoplasma für gleich denen der sogenannten Sarkode der Rhizopoden erklärt. Ich habe die oft beschriebenen Erscheinungen in den Staubfädenhaaren von *Tradescantia* verglichen, und muss danach die grosse Uebereinstimmung derselben mit den Strömungen bei den Diatomeen sowohl, als auch in den Fäden der Rhizopoden anerkennen. Ich wählte zur Beobachtung *Tradescantia procumbens*, deren Filamentenhaare sehr durchsichtige Zellenwände und voll-

ständig farblosen Inhalt besitzen, der bei *Tr. zebrina* z. B. mehr oder weniger roth die Deutlichkeit der Bewegungserscheinungen etwas beeinträchtigt. Auch sind die Körnchen bei ersterer grösser und die Grundsubstanz der Fäden scheinbar mehr homogen. Von der den Kern umhüllenden Protoplasmaschicht gehen mehrere dickere und dünnere Fäden aus, nach allen Richtungen die Zelle durchsetzend, auch öfter der Zellenwand (wie bei *Rhizosolenia*) dicht anliegend. Sie bestehen deutlich aus einer Grundsubstanz und eingebetteten, stark lichtbrechenden Körnchen. Letztere laufen im Innern oder wie auf der Oberfläche der Fäden hin, entweder nur nach einer Richtung oder, wie nicht selten gesehen werden kann, nach entgegengesetzten Richtungen zugleich an einem und demselben Faden. An den breitesten ist die doppelte Strömungsrichtung fast constant, sie kommt aber auch an den feinsten, kaum noch erkennbaren Fäden vor. Begegnen sich Körnchen, so gehen sie meist ungestört an einander vorbei, oder es kommt vor, dass die einen die anderen mit zurücknehmen — ein Beweis, dass nicht zwei getrennte Fäden die Ursache der doppelten Stromesrichtung waren. An demselben Faden überholen einzelne in schnellem Laufe andere langsamere und können dann, wie ich einmal sah, plötzlich zurücklaufend gemeinschaftlich umkehren. Die Fäden theilen sich öfter gabelig, und ein Körnchen, an die Theilungsstelle gelangt, stockt ehe es sich dem einen oder anderen Wege anvertraut. Die Gestalt und Richtung der Fäden ist aber fortwährendem Wechsel unterworfen. Die gabelige Theilung z. B. rückt von der Basis des Fadens am Zellenkern dem anderen, an der inneren Oberfläche der Zellenwand sich befindenden Ende entgegen. Oder es bildet sich aus der gabeligen Theilung eine Brücke zu einem nebenanliegenden Faden, indem der eine Theilast mit diesem verschmilzt. Die Brücke läuft dann abwärts oder aufwärts zwischen beiden Fäden hin, verkürzt sich, indem letztere sich einander nähern, endlich verschmelzen sie vollständig mit einander zu einem einzigen, so dass jetzt ein breiter Strom fliesst, wo vorher einzelne feine Fäden waren.

An der inneren Oberfläche der Zellenwand befindet sich eine zusammenhängende, dünne Protoplasmaschicht. So erscheint es nach der Anwendung von Reagentien, welche dieselbe (den Primordialschlauch) einschrumpfen machen. Durch Zuckerlösung konnte ich hier dasselbe hervorrufen, was A. Braun bei den Characeen gelang (Monatsberichte der Berliner Akademie d. Wiss. 1852, p. 225). Der Zelleninhalt zog sich scharf begränzt von der Zellhaut zurück, dabei dauerten die Strömungserscheinungen im Innern noch eine Zeit lang fort. Hiebei kann man sich auch überzeugen, dass die in der Rindenschicht des Protoplasma vorkommenden Strömchen und Körnchenschwankungen (denn solche sind hier stellenweise oft allein vorhanden) nicht die äusserste Schicht des Protoplasma (Hautschicht Pringsheim) betreffen, sondern nur eine innere Lage an der Rindenschicht (Körnerschicht) (ebenso bei *Noctiluca* vergl. oben).

In destillirtem Wasser sah ich die Strömungserscheinungen in einzelnen Zellen sich 12 Stunden, in dünnem Zuckerwasser bis 24 Stunden erhalten. Es verlohnte sich wohl der Mühe, eine Reihe von Lösungen in ihrem Einflusse auf die beschriebenen Bewegungserscheinungen zu prüfen, etwa wie dies von Kölliker bei den Samenfäden geschehen. Auf diesem Wege dürften interessante Aufschlüsse erwartet werden.

Die geschilderten Bewegungen des Protoplasma der Pflanzenzellen können nach meiner Meinung nicht unberücksichtigt bleiben, wenn es sich um eine Deutung der räthselhaften Lebenserscheinungen der Sarkodefäden bei den Rhizopoden handelt, und empfehle ich das vergleichende Studium der ersteren namentlich denen, welche eine Zusammensetzung z. B. der Polythalamienfäden aus kleinen Zellen für möglich und wahrscheinlich halten. Bei *Tradescantia* verlaufen, wie es scheint dieselben Erscheinungen, welche dort auf thierisches Leben bezogen werden müssen, an unzweifelhaftem Zelleninhalt.

Von Rhizosolenien habe ich zwei verschiedene Species beobachtet. Die bei weitem häufigste und grösste ist zweifelsohne identisch mit Brightwell's im Quart. journ. of

micr. science. Jan. 1858, XXII. p. 94 beschriebenen und Tab. V. Fig. 5 abgebildeten *Rh. styliformis*. Die Röhren sind cylindrisch, an beiden Enden ziemlich plötzlich zugespitzt und mit einem kleinen, wie es scheint soliden oder wenigstens sehr dickwandigen, von der Höhle des Cylinders scharf abgesetzten Kieselstachel an der Spitze versehen. Die Zuspitzung ist der Art, dass nach der verschiedenen Lage der Röhre beim Umrollen die Bilder, wie Fig. 1, 2, 3, 4 sie bieten, entstehen, also etwa wie bei einer zugeschnittenen Feder. Die Länge und Dicke der Röhren variirt sehr. Ich sah sie von 0,4 bis 0,7''' Par. Länge und 0,025—0,04''' Dicke. Die meisten Exemplare fanden sich in der Theilung, welche eine Quertheilung ist, und einzelne bestanden aus 3—6 unter einander zusammenhängenden Individuen. Solcher habe ich einige gemessen. A. 4 zusammenhängende Individuen. Länge derselben 0,68''', 0,42''', 0,4''', 0,46'''; B. 3 zusammenhängende Individuen von 0,7''', 0,76''', 0,68''' Länge; C. 3 zusammenhängende Individuen von 0,72''', 0,54''', 0,52''' Länge; D. 6 zusammenhängende Individuen von 0,52''', 0,74''', 0,5''', 0,52''', 0,5''' Länge, das letzte abgebrochen; ganze Länge der Röhre 3'''. Characteristisch für *Rh. styliformis* ist die Ringzeichnung, welche die Schale besitzt. Im Wasser fällt dieselbe wenig auf, tritt aber nach dem Glühen oder Trocknen nach vorgängiger Behandlung mit Säuren sehr scharf hervor. Ich habe mich bemüht, in Fig. 4 ein möglichst getreues Bild derselben zu geben, wie sie bei derjenigen Lage der Rhizosolenie erscheint, welche der einer geschnittenen Schreibfeder, die angeschnittene Fläche dem Beschauer zugekehrt, entspricht. Das obere Stück der beiden in Fig. 3 gezeichneten, nach der Theilung noch zusammenhängenden Individuen um 90° um seine Längsaxe links herumgedreht, würde zu dem in Fig. 4 dargestellten werden. Die dem Beschauer zugekehrte Seite des verjüngten Endes ist die schief abfallende. Auf ihr befindet sich in der Mitte eine Zeichnung wie eine Lanzenspitze. Sie ist gewissermassen als Abdruck des früher einmal hier anliegenden Endes eines anderen Individuum zu betrachten. Hier dürfte bei

der Theilung ein Verschluss der Schale am spätesten eingetreten sein, vielleicht persistirt in den dunkelen Linien a a gar eine Oeffnung des Kieselpanzers, deren ich sonst nirgends eine entdecken konnte. Die Ringelung der Schale kommt durch linienförmige Einschnitte zu Stande, desshalb bricht die Schale gern in den Ringen. Eine weitere feinere Zeichnung der Kieselschale ist auch im geglühten Zustande und bei Anwendung schiefen Lichtes nicht entdeckt worden.

Die zweite, bei Helgoland seltenere Art nenne ich *Rh. calcar avis* (Fig. 5—8). Dieselbe ist kleiner als erstere und kommt fast immer nur in einzelnen, nicht in zahlreich zusammenhängenden Individuen vor. Länge 0,20—0,25''', Dicke 0,025'''. Exemplare von 0,25''' Länge können schon Quertheilung in der Mitte zeigen. Ein einziges Mal sah ich 3 Individuen an einander hängen, von denen eines schon wieder in der Quertheilung begriffen war. Länge der Einzelthiere 0,15, 0,15 und 0,225'''. An der Kieselhülle habe ich eine Ringelung nicht wahrnehmen können. Die Zuspitzung an den Enden ist geschweift und die äusserste, wie bei *Rh. styliformis* scharf abgesetzte Spitze Vogelklauen ähnlich umgebogen. Die Krümmungsebenen dieser Spitzen sind für die beiden Enden eines Individuums nicht parallel, sondern schneiden sich unter einem spitzen Winkel.

Eine vorläufig nicht sicher zu deutende Eigenthümlichkeit zeigen die beiden in Fig. 8 abgebildeten Exemplare. Sie wurden ohne organische Erfüllung gefunden. Beide hingen fest an einander, wie sie gezeichnet sind, ohne dass die Ursache des Zusammenhanges entdeckt werden konnte. Das links gezeichnete Exemplar hatte eine Länge von 0,2''', das rechte von 0,25'''. An beiden war die obere Spitze etwa bis zur Mitte der Verjüngung abgebrochen, aber eine Art von Verschluss durch eine sehr zarte Haut wieder herbeigeführt. Im Innern enthielten beide, dem einen Ende ziemlich nahe, zwei in umgekehrter Richtung an einander befestigte Spitzen neuer Individuen. Ich vermuthe, dass diese Exemplare in der Theilung begriffen waren, zu welchem Behufe sich in der Mitte die neuen Spitzen gebildet hatten. Sie mögen

später mit dem Tode und der darauf folgenden Maceration des Inhaltes von ihrem ursprünglichen Sitze losgerissen sein. Uebrigens zeigten die jungen Spitzen eine Verschiedenheit unter sich. Wie aus den Fig. 9 u. 10 (dieselben bei 330facher Vergr.) erhellt, ist der Dorn ersterer doppelt contourirt, starklichtbrechend, der Dorn an der zweiten blasser, zarter. Fig. 9 lag in dem rechtsgezeichneten Exemplar oben bei a, im linken unten, wieder bei a, die in Fig. 10 abgebildete umgekehrt, bei b also.

Nach der Theilung bleibt bei den Rhizosolenien, ebenso wie auch bei *Coscinodiscus* und *Denticella*, noch eine Zeit lang an der Theilungsstelle die Kieselhülle des mütterlichen Individuums unversehrt (vergl. Fig. 6 u. 12). Mit dem Absprengen derselben haften die Theilsprösslinge aber stets noch einige Zeit an einander. So namentlich bei *Rhizosolenia styliformis*, wie in Fig. 2, wo die punktirten Linien die ursprüngliche Verbindung durch die hier jetzt fehlende Kieselhülle andeuten. Oft sieht man auch Exemplare, an deren freien Spitzen noch Stücke der meist schon früher abfallenden Kieselhülle des mütterlichen Individuums haften. Abgebrochene Rhizosolenien schliessen die Oeffnung mit einer uhrglasförmig gewölbten Kieselplatte. Doch scheinen sie nachträglich unmittelbar hinter dem Verschluss eine neue regelrechte Spitze zu bilden. Ich habe wenigstens Exemplare der Art gesehen, die freilich, wenn auch etwas künstlich so gedeutet werden könnten, dass die abgebrochene Spitze in das Innere der Röhre gerathen, und bei dem folgenden Verschluss eingekerkert worden.

Die in Fig. 11 u. 12 abgebildete Diatomee wird der Gattung *Denticella* zugerechnet werden müssen, wenn wir die Ehrenberg'sche *D. aurita* (Microgeologie Tab. XXXV. A., Fig. 23, 7) als typische Form betrachten. Sie stimmt sehr nahe mit der von Bailey *Zygoceros (Denticella?) mobiliensis* genannten Form überein (Microsc. observ. made in S. Carolina, Georgia and Florida. Smithson. Contrib. vol. II. pag. 40 des Separatabdruckes, Tab. II., Fig. 34 u. 35), welche aber ein *Zygoceros* nicht sein kann, sondern eine echte *Den-*

ticella ist, wie mir auch Herr J. Müller auf eine an ihn gerichtete Anfrage schrieb. Man könnte die Verschiedenheiten unserer Arten auf Ungenauigkeiten der etwas rohen Bailey'schen Zeichnung schieben. Die Grösse giebt Bailey nicht an. Das in Fig. 11 abgebildete Exemplar mass ich zu 0,11''' Länge (ohne die Stacheln) und 0,065''' Breite. Ein anderes Exemplar zeigte 0,095''' Länge und 0,085''' Breite. Fig. 12 besass 0,125''' Länge und 0,098''' Breite, die Länge der einzelnen Theilsprösslinge 0,055 und 0,065''', also viel geringer als ihre Breite, was in Verbindung mit den anderen Maassen schon eine grosse Varietät der Formen ergiebt. Junge, aber erst aus der Theilung hervorgegangene Exemplare werden breiter als lang, ältere länger als breit erscheinen. Es kommen übrigens noch viel kleinere Denticellen bei Helgoland vor, welche entweder Junge, auf andere Weise als durch Theilung entstanden, von unserer Art oder eine neue darstellen. Der Querschnitt unserer Denticellen ist gerstenkornförmig, der natürliche, oben und unten, geht in die beiden äusseren Zapfen aus. Die Stacheln nach innen von den Zapfen stehen nicht in der beide Zapfen mit einander verbindenden Linie, sondern der eine rechts, der andere links von derselben. Daher die ungleiche Uebereinanderschiebung derselben an die in der Theilung begriffenen Individuen (vergl. Fig. 12).

In Wasser erscheint der Kieselpanzer ohne alle feinere Structur. Nur mit grosser Mühe nimmt man zwei quer über denselben hinlaufende parallele Linien wahr, welche auch auf unseren Zeichnungen angedeutet sind. Dieselben haben immer die gleiche Entfernung von dem vorderen und hinteren Ende und stehen also einander um so näher, je kürzer das Individuum. Nach dem Glühen und bei Anwendung schiefen Lichtes kommt auf der Oberfläche eine feine Strichelung (Punctirung) zum Vorschein, wie sie *Navicula angulata* zeigt. Eine solche feine Punctirung soll nach Bailey auch *D. mobiliensis* von der Küste Florida's zeigen.

Nach allem Angeführten wird unsere *Denticella* leicht wieder zu erkennen sein. Ich benenne sie *Denticella regia*.

Erklärung der Abbildungen.

Dieselben sind sämmtlich mit der Nobert'schen camera clara gezeichnet.

Fig. 1—4. *Rhizosolenia styliformis* Brightwell.

1. Ein vollständiges Exemplar lebend bei 72maliger Vergrösserung.

2 u. 3. Die Enden zweier nach der Theilung noch mit einander in Zusammenhang stehender Exemplare in verschiedener Lage, bei 180mal. Vergr.

4. Das Ende eines geglühten Exemplares mit der characteristischen Zeichnung der Oberfläche. Bei a a Stellen, welche möglicherweise Löcher der Schale sind. Vergr. 180.

Fig. 5—10. *Rhizosolenia calcar avis* mihi.

5. Ein Exemplar lebend. Vergr. 72.

6. Ein ebensolches in der Theilung. Vergr. 72.

7. Die beiden Enden eines Exemplares. Vergr. 330.

8. Die unteren Enden zweier an einander klebender Exemplare, in deren Innerem neugebildete Spitzen liegen. Vergr. 180.

9a. Eine der neugebildeten Spitzen, in Fig. 8 mit a, a bezeichnet. Vergr. 330.

10b. Eine der in Fig. 8 mit b b bezeichneten Spitzen. Vergr. 330.

Fig. 11 u. 12. *Denticella regia* mihi.

Erstere lebend, letztere ohne organischen Inhalt gezeichnet, in der Theilung begriffen. Nur die Lage des Kernes ist durch die dunklere, strahlig sich ausbreitende Körnchenmasse angegeben. Vergrösserung bei beiden 180.

Fig. 13. *Coscinodiscus centralis* Ehrbg. lebend, bei 180mal. Vergrösserung. Die Schalenzeichnung ist so fein, dass sie bei dieser Vergrösserung nicht erkannt werden kann. Passt auch auf den organischen Inhalt der anderen bei Helgoland vorkommenden *Coscinodisci*.

Ueber die Endigungsweise des Hörnerven im Labyrinth

von

Prof. MAX. SCHULTZE.

(Hierzu Tafel XIV.)

Steifensand machte in einem Aufsatze dieses Archivs Jahrg. 1835 pag. 171 darauf aufmerksam, dass die zu den Ampullen der halbcirkelförmigen Kanäle des Ohres tretenden Nerven sich in einen in die Höhle der Ampulle wie eine Scheidewand ragenden Vorsprung einsenken, und bildete dies Verhältniss von verschiedenen Thieren und vom Menschen ab. Die Thatsache war schon Scarpa in ziemlich derselben Ausführlichkeit bekannt, wie in dessen vortrefflichem Werke Anatomicae disquisitiones de auditu et olfactu 1789 zu lesen. Diesem so sorgfältigen Beobachter war auch nicht entgangen, was Steifensand später bestätigte, dass die innere Bekleidung dieses Vorsprunges, den er *septum nerveum* nennt, eine andere sei als die übrige Auskleidung der Ampullen und der halbcirkelförmigen Kanäle, nämlich weicher, dicker, undurchsichtiger, einer breiigen Nervenmasse ähnlich. Als solche spricht er den Ueberzug des genannten septum geradezu an und lässt in ihm den Hörnerven endigen wie den Sehnerven in der retina (cf. l. c. pag. 14, 15, 19, 61 u. a.). E. H. Weber bestätigte später (de aure et auditu hominis et animalium, Lips. 1820 pag. 58, 102) die Angabe Scarpa's über das Verhalten der Ampullennerven beim Rochen und bei der Schleihe.

In der That ist es nicht schwierig, bei verschiedenen Thieren sich schon unter Anwendung mässiger Vergrösserungen davon auf das bestimmteste zu überzeugen, dass kein Nervenfädchen über das „septum nerveum" hinaus zu anderen Thei-

len der Ampullenwand sich verbreitet. Die Stelle, an welcher die Endigung der Ampullennerven zu suchen, ist demnach eine scharf begrenzte und sehr wenig ausgedehnte. In sehr kleinem Raume müssen sehr zahlreiche Nervenenden zusammengedrängt liegen. Die bisherigen Versuche aber, denselben hier auf die Spur zu kommen, können nicht als gelungen bezeichnet werden.

Zwar ist die lange eines besonderen Beifalls sich erfreuende Ansicht von dem Vorkommen von Endschlingen an diesem Orte der Annahme freier Nervenendigungen immer mehr gewichen. Wie aber diese stattfinden, ob durch ein fast plötzliches Aufhören der markhaltigen Nervenfasern, oder ein allmähliches spitzes Auslaufen der aus den markhaltigen hervorgetretenen marklosen Fasern oder Axencylinder, oder endlich nach einer oft citirten einzelnen Beobachtung von Meissner beim Karpfen (R. Wagner Neurologische Untersuchungen in den Nachr. v. d. K. Ges. d. Wiss. z. Göttingen 1853, April 11, No. 6. p. 61), einer ähnlichen von Stannius bei Pleurnectes platessa (Handb. d. Zootomie, 2. Aufl. p. 163), und den ausführlicheren Angaben von Leydig (Histologie p. 270) vor ihrem Ende in Zellen übergehen, oder endlich neben diesen auch noch Schlingen vorkommen, wie R. Wagner und Stannius z. B. annehmen, kann als endgültig entschieden vornehmlich deshalb nicht angesehen werden, weil eine befriedigende Darstellung der Anordnung aller hier in Betracht kommenden Elementartheile noch von keinem einzigen Thiere gegeben, eine genaue topographische mikroskopische Anatomie der Ampulle durchaus fehlt. Als ein werthvoller Versuch in dieser Richtung ist die Darstellung des feineren Baues des Gehörorganes von Petromyzon von H. Reich (Untersuchungen zur Ichthyologie von A. Ecker p. 24) zu betrachten, auf welche wir unten zurückkommen.

Mich verlockten während eines Aufenthaltes auf Helgoland die grossen und leicht zu präparirenden Ampullen der Rochen und Haie zu einer genaueren Beschäftigung mit dem beregten Gegenstande. Zwar ist der bezeichnete Raum der Ampullen, in welchem die Nerven endigen, trotz seiner ge-

ringen Ausdehnung, doch noch gross genug, um zu einer vollständigen mikroskopischen Durchforschung wohl mehr als einige Wochen in Anspruch zu nehmen, und haben meine Beobachtungen, die auch auf die anderen Theile des Labyrinthes der genannten Fische ausgedehnt und später an einigen einheimischen Thieren fortgesetzt wurden, einen vollständigen Abschluss in die Frage über die Endigungsweise des Hörnerven nicht gebracht; doch ergaben sie Einiges, was ich der Veröffentlichung für werth halte.

Ueber das Gröbere bei *Raja clavata* zur Erläuterung des Folgenden nur so viel: Der Nervus acusticus (fig. 1, h) verlässt das Gehirn kk dicht hinter dem trigeminus cum faciali, und theilt sich in einen vorderen stärkeren und einen hinteren feineren Ast. Ersterer versorgt den kleineren Otolithensack d und zwei Ampullen, a die des vorderen, und c die des unteren halbcirkelförmigen Kanales. Der hintere feinere Zweig breitet sich an dem grossen Otolhitensack e und seinem Divertikel f aus, nimmt dabei den in seine Bahn laufenden nervus glossopharyngeus g auf, welcher sich zwar bald wieder von ihm lossagt, doch aber eine Strecke weit in so innigem Zusammenhange mit ihm steht, dass ein Austausch von Fasern sicherlich stattfindet, und endigt schliesslich an der Ampulle b, dem hinteren halbcirkelförmigen Kanale angehörend.

Von den Ampullen erhalten zwei ihren Nerven ziemlich genau in der Richtung der Längsaxe, d. h. einer Linie, welche beide Ampullenöffnungen mit einander verbindet; es sind das die des vorderen und hinteren halbcirkelförmigen Kanales (fig. 1, a u. b); die dritte, dem unteren halbcirkelförmigen Kanale angehörige dagegen in der Richtung der Queraxe. Die Nerven der ersten beiden, welche mehr bandförmig sind, lassen bei mässiger Vergrösserung folgendes Verhalten ihrer Endausbreitung erkennen. Sobald dieselben die äussere Wand der Ampulle erreicht haben, treten sie in das durchsichtige sehr feste Bindegewebe derselben ein, und verlaufen in die dünne Wand eingebettet weiter. Die breiten markhaltigen Primitivfasern, denen hier nirgends, so viel ich sehen

konnte, bipolare Ganglienzellen eingebettet sind, die sonst an peripherischen Acusticus-Zweigen so häufig sind, treten fächerförmig auseinander, wodurch die bei auffallendem Lichte ursprünglich weisse Farbe des Nerven lichter grau wird, und gelangen bis zur Mitte der Ampulle, bis zur Aequatorialzone. Hier ist der Nerv so breit geworden, dass derselbe die Hälfte des grössten Kreises der Ampulle umfasst. Ueber diese Stelle geht in der bisher verfolgten Richtung keine Nervenfaser hinaus. Ihr entsprechend befindet sich an der inneren Wand der Ampulle ein leistenförmiger Vorsprung, welcher durch gelbliche Farbe und Undurchsichtigkeit von der farblosen durchsichtigen übrigen Ampullenwand absticht, wie am deutlichsten erkannt wird, wenn die Ampulle von der dem Nerven gegenüberstehenden Seite geöffnet wird. Ein so gezeichnetes Bild dieser Gegend giebt fig. 2.

Die Leiste, welche ich crista acustica nenne, verbreitert sich nach den Enden und geht hier jederseits in einen gelblich gefärbten Knopf über, welcher, an der Peripherie sich allmählig abflachend, sich in das Niveau der inneren Oberfläche der übrigen durchsichtigen, farblosen Ampullenwand verliert. Nach diesen einander diametral gegenüberstehenden knopfförmigen Anschwellungen der crista acustica streben die meisten Nervenfasern, wie bei der Betrachtung der ungeöffneten Ampulle schon deutlich wird. Nur in der Mitte zwischen den beiden Knöpfen ist der fächerförmig ausgebreitete Nerv so durchsichtig und dünn geworden, dass man ohne Präparation die Primitivfasern deutlich einzeln verfolgen kann; nach den Ecken des Fächers zu liegen dieselben noch in mehreren Lagen über einander. Sucht man bei mässiger Vergrösserung den Verlauf der mittleren, dünngesäeten Primitivfasern in der Ampullenwand zu verfolgen, so sieht man, dass dieselben nicht da endigen, wo die fächerförmige Ausbreitung des Nerven aufhört, sondern zum Theil nach rechts und links umbiegend den Ecken des Fächers zustreben, zum Theil sich gerade nach abwärts biegen, um in den mittleren Theil der crista acustica einzutreten. Diese Umbiegungen der markhaltigen Primitivfasern, welche an der ent-

sprechenden Stelle bei vielen Thieren von mir gesehen wurden, wie auch die Ausbreitung der Ampullennerven überall eine wesentlich gleiche zu sein scheint, sind es, welche für Endschlingen genommen werden können und genommen worden sind. Solche kommen aber an den Ampullen in der That nicht vor. Alle Fasern vielmehr senken sich in die crista acustica ein. In dieser verlaufen sie aber gestreckt, ihre ursprüngliche Dicke beibehaltend oder durch Theilung sich verschmälernd, bis unter den Epithelialüberzug. An feinen Querschnitten der crista acustica lässt sich dieser Verlauf der Nerven leicht verfolgen und giebt unsere fig. 3 ein Bild eines solchen Schnittes zugleich mit dem Epithelialbelag aus der Mitte der crista. Dieselbe Art der Nervenausbreitungen findet sich in den Seitentheilen. Es hat den Anschein, als wenn die Primitivfasern unter dem Epithel des Kammes der crista scharf abgeschnitten endigten. Genauere Betrachtung bei starker Vergrösserung lehrt aber 1) dass die Nervenfasern, kurz ehe sie die Grenze des Bindegewebes erreichen, ihr Mark verlieren und sich bis auf den Axencylinder verschmälern, und 2) dass der Axencylinder die homogene, knorpelharte, gegen das Epithel scharf abgesetzte Bindegewebslage durchbricht, und nackt in den hier sehr dicken Epithelialüberzug eindringt. Entfernt man an günstig erhärteten Präparaten das sich hier schwer lösende Epithel mit der Nadel, so gelingt es oft, einen Wald von frei aus dem Bindegewebe hervorragenden Axencylindern in unmittelbarer Fortsetzung der markhaltigen Fasern an der Stelle des abgelösten Epithels zu erkennen (vergl. fig. 8). Diese sind je nach der Dicke der Nervenfaser, der sie angehörten, bald breiter, bald schmaler, verlaufen entweder noch eine kurze Strecke in der ursprünglichen Richtung weiter, oder biegen seitlich ab und lassen sich in solchem Falle oft auf recht ansehnliche Strecken isoliren. Sie theilen sich aber immer bald in feinere und feinste Fädchen und verschwinden als solche zwischen den Zellen des schwierig zu zerlegenden Epithelialüberzuges.

Die aus dem Bindegewebe hervortretenden Nervenfasern

nenne ich nackte Axencylinder. In der That besitzen dieselben eine Hülle, welche als Fortsetzung der Schwann'schen Scheide der markhaltigen Fasern (Schwann Untersuchungen etc. p. 174) angesehen werden könnte, nicht. Es geht demnach an der Grenze von Bindegewebe und Epithel nicht bloss die Markscheide, sondern auch die structurlose, glashelle Hülle verloren. Dass dem in der That so sei, lehrt einmal die Vergleichung der zwischen den Epithelialzellen liegenden Nervenfasern mit den durch Zerzupfen desselben Präparates aus den markhaltigen Ampullarnerven isolirten Axencylindern. Beide gleichen sich auf ein Haar in Farbe, Art der Lichtbrechung und feingestrichelt körnigem Ansehen. Nicht selten gelingt es aber auch, beide isolirt in Continuität zu sehen. Beim Zerzupfen des Epithels der crista ereignet es sich nicht selten, dass mit dem Isoliren der feinen Nervenfäserchen der sie liefernde Axencylinder auf eine lange Strecke aus der zugehörigen Markscheide herausgezogen wird, welche letztere im Bindegewebe liegen bleibt. Wie es weder beim Axencylinder gelingt, durch irgend welche Behandlungsweise eine abhebbare Membran darzustellen, so auch nicht bei den aus dem Bindegewebe der crista hervorgetretenen marklosen Fasern. Zum zweiten ziehe man solche marklose Nervenfasern zur Vergleichung heran, welche in der That aus Axencylinder und glasheller Scheide bestehen, und zwar, um sie von einer möglichst analogen Stelle zu gewinnen, den nervus acusticus von *Petromyzon*. Wie bei allen Nerven dieser Fische, fehlt auch hier das Mark vollständig. Die Primitivfasern bestehen nur aus Axencylinder und dünner kernhaltiger Scheide. Diese lässt sich an den Aesten des Hörnerven sehr leicht nach mehrtägiger Behandlung mit starken Lösungen von doppelt chromsaurem Kali als etwas Selbstständiges von dem wenig contrahirten Axencylinder Abgehobenes erkennen. Von solcher besitzen nun aber die aus dem Bindegewebe der crista acustica hervorgetretenen Fasern nicht die geringste Spur. Ich glaube danach ein Recht zu haben, letztere als freie Axencylinder zu bezeichnen im Gegensatze zu denjenigen marklosen Nervenfasern, welche deutlich aus mit Schwann-

scher Scheide umgebenen Axencylindern bestehen, wie sie bei *Petromyzon*, wie sie im *Olfactorius* aller Wirbelthiere und als Remak'sche Fasern im *Sympathicus* vorkommen.

Ich erwähne hier noch, dass auch ganz frische Präparate dazu dienen können, wenn auch auf anderem Wege die Ueberzeugung zu befestigen, dass die Nervenfasern das Bindegewebe verlassen, um in die Epithelialschicht überzugehen. Bei Behandlung einer frei herausgeschnittenen, auf die platte Seite gelegten crista acustica des Hechtes mit Wasser quillt das gelbliche Epithel des Kammes bald sehr bedeutend an und wird durchsichtiger, blasser. Die vorher nicht deutlich erkennbare Grenze des Bindegewebes wird sehr deutlich, das Aufsteigen der markhaltigen Nervenfasern in der crista bis unter das Epithel kann vortrefflich erkannt werden. Mit dem fortschreitenden Aufquellen des Epithelialüberzugs sammelt sich nach und nach eine grosse Menge in den bekannten Formen austretendes Nervenmark frei auf der Oberfläche des Bindegewebes zwischen und unter den Epithelialelementen an. Diese constant zu beobachtende Erscheinung kann wohl nur erklärt werden mit der Annahme, dass die die Nervenfasern enthaltenden cylindrischen Substanzlücken des Bindegewebes auf dem Kamme der crista frei ausmünden. Wie käme sonst das Nervenmark auf die Oberfläche der crista?

Das Epithel der inneren Oberfläche der Ampullen und halbcirkelförmigen Kanäle ist nach den übereinstimmenden Beobachtungen Vieler ein einschichtiges Pflasterepithel, das sich namentlich an erhärteten Präparaten sehr leicht in grösseren Fetzen ablösen lässt. Die Zellen sind fest an einander geheftet, haben entweder eine regelmässig sechseckige Gestalt, oder sind unregelmässig nach einer oder der anderen Richtung in die Länge gezogen, oft spindelförmig. Gegen die crista acustica hin und an ihrer Basis ist die Form der Zellen immer die sechseckige und bilden sie ein schönes, regelmässiges Mosaik. Die Kerne sind gross und rund oder wenig oval mit deutlichem Kernkörperchen. Die Zellen sind wenig abgeplattet, fast kubisch. Gegen die crista hin und an

der Basis derselben wird die Dicke bedeutender und die Zellen treten durch die vollkommen kubische Form endlich gegen den Kamm der crista in die Cylinderform über. Jetzt nimmt das bis dahin farblose Epithel eine deutlich gelbliche Färbung an. Es sind andere und neue Zellen, welche sich den vorhandenen auf- und zwischenlagern. Das Epithel wird ein mehrfach geschichtetes von sehr bunter Zusammensetzung. Hier finden sich zwischen den Zellen die Axencylinder der darunter auslaufenden Nerven. Wo die Umwandlung der dünnen in die dicke Epithelialschicht vor sich geht, besitzt die bindegewebige Grundlage der crista acustica bei *Spinax acanthias* einen Falz, eine Einbiegung nach innen, um den sich verlängernden und über einander geschichteten Zellen mehr Platz zu gewähren, ihnen gewissermassen ausweichend (fig. 3). Es reicht dieselbe aber nicht aus, die bedeutende Vermehrung der Dicke des Epithels nicht auch an der freien Seite hervortreten zu lassen, und sieht ein feiner Schnitt der Mitte der crista mit seiner dicken Epithelialkrone einem Pilz mit seinem Hute nicht unähnlich. Diese Verdickung des Epithels nach aussen ist noch auffallender bei *Raja clavata,* wo der Falz der bindegewebigen Grundlage fast gänzlich fehlt. Die cylindrische Form der Zellen in der Gegend der Nervenendigung, wie ihre gelbliche Farbe, erwähnt schon Leydig von *Scymnus lichia* (Beiträge zur Anat. d. Rochen u. Haie 1852. p. 32) und vom Stör (Anatomisch-histologische Untersuchungen über Fische und Reptilien. 1853. p. 10).

Die Enden der Ampullennerven sind nach dem Voranstehenden also in dem geschichteten gelblichen Epithelialüberzug der crista acustica zu suchen und stellt sich eine möglichst genaue Kenntniss der Elemente desselben demnach als nächstes Bedürfniss heraus. Im frischen Zustande ist eine Zerlegung dieser Elemente nicht möglich wegen der ausserordentlichen Weichheit und Zersetzbarkeit derselben. Scarpa schon und Steifensand bezeichneten den Ueberzug der crista als pulpa nervea, als weiches Nervenmark, in welches die Nerven sich an der Oberfläche auflösen sollten, und in

der That gleicht die weiche Beschaffenheit des Epithels etwa der der retina und bietet einer genaueren Durchforschung ähnliche Schwierigkeiten dar. Besser noch lässt sich der epitheliale Ueberzug der regio olfactoria der Nasenschleimhaut zum Vergleich heranziehen; denn wie in jenem finden wir auch hier ein Gemisch von nervösen Gebilden und Epithelialzellen, und stimmen beide in ihrer breiigen Beschaffenheit wie in ihrer Lage, als Ueberzug einer zur Ausbreitung eines Sinnesnerven dienenden Bindegewebshaut, mit einander überein.

Die Untersuchung des frischen Epithels der crista acustica in liquor cerebrospinalis oder perilympha, welche beide man sich bei Rochen und Haien leicht in grösserer Menge verschaffen kann, ebenso beim Hecht, wo kein Fett in die bindegewebigen Hüllen des Hirns eingelagert ist, wie das z. B. bei den Cyprinen der Fall ist, so wenig belohnend sie für die Erkennung der zelligen Elemente selbst ausfällt, giebt doch eine Auskunft über die Beschaffenheit der freien Fläche derselben. In der That war mein Erstaunen nicht gering, als ich an den ersten Präparaten gleich das ziemlich undurchsichtige gelbliche Epithel von einem Wald langer, feiner, steifer Härchen überragt fand (vgl. fig. 4). Diese Haare haben bei Rochen eine Länge bis zu 0,04 ''' P., übertreffen alle gewöhnlichen Wimperhaare wohl um das Zehnfache, stehen vollständig regungslos und lassen sich nur mit den von mir in der regio olfactoria gewisser Amphibien und Vögel entdeckten steifen Härchen vergleichen, die ziemlich dieselbe Länge erreichen können und die ich Riechhärchen genannt habe, von denen sie jedoch in ihrer chemischen Beschaffenheit wesentlich abweichen. Sie besitzen an der Basis eine gewisse messbare, wenn auch sehr geringe Dicke, laufen zugespitzt aus und verlieren sich endlich in solcher Feinheit, dass das letzte Ende nicht genau bestimmt werden kann. Sie stehen alle ganz gerade neben einander, sind steif, lassen sich zwar biegen, brechen aber dabei nicht selten ab, es kann ein Härchen selbst in mehrere Bruchstücke zerfallen. Auf Zusatz von Seewasser und Brunnenwasser sah ich sie längere

Zeit deutlich erhalten, wogegen sie in verdünnter Essigsäure und Natronlauge augenblicklich einschmelzen. Auch zeigen sie sich ziemlich resistent in gewissen Chromsäurelösungen und solchen von doppelt chromsaurem Kali, doch schrumpfen sie in denselben immer etwas ein, und kann ihre ursprüngliche Länge nur im frischen Zustande gemessen werden.

Diese eigenthümlichen Haare finden sich übrigens nicht bloss bei Rochen und Haien. Beim Hecht habe ich sie den ganzen Kamm der ebenfalls gelblich gefärbten crista acustica gleichmässig dicht bedeckend gesehen, wenn auch nicht ganz so lang wie bei den Plagiostomen, ebenso bei der Taube und Krähe; und Leydig fand sie (Lehrbuch d. Histologie p. 270) in den Ampullen eines Aales, dessen Kopf in einer Lösung von doppeltchromsaurem Kali aufbewahrt war. Leydig bildet dieselben viel kürzer und mehr isolirt ab, als sie im frischen Zustande von mir bei den genannten Thieren gesehen wurden. Wahrscheinlich waren dieselben unter dem Einfluss des doppelt chromsauren Kali's geschrumpft.[1]).

Beim Hecht sind die Härchen der crista acustica leicht zu sehen, wenn man die ganze crista vorsichtig ausschneidet und auf eine der beiden Seiten legt. Es präsentirt sich dann der freie Rand, der Kamm derselben mit seinem Härchenwald. Zusatz von destillirtem Wasser verändert auch hier die Härchen nicht. Es kann dasselbe vielmehr ein Mittel abgeben, die Gebilde, auf welchen die Härchen aufsitzen, innerhalb der übrigen Elemente des Epithels einigermassen deutlich zu machen. Bei längerer Berührung mit Wasser nämlich quillt unter den bekannten Erscheinungen des Hervortretens glas-

1) Die von Leydig (Histologie p. 269) gegebene Darstellung einer Ampulle der Taube entspricht, wie ich hier bemerken will, nicht ganz der Natur. Die „besondere Haut, welche von der Basis des Nervenvorsprungs ausgehend sich über den Nervenknopf in bestimmter Faltung gleich einer Kapuze herüberzieht“, kann nach meiner Ueberzeugung nur das dunkle geschichtete Epithel des Nervenvorsprungs selbst sein, welches sich an dem abgebildeten Präparate „oben und unten“ etwas abgehoben hatte, so dass dadurch der im natürlichen Zustande nicht existirende freie Raum entstanden war. Ich finde das Verhältniss hier ganz gleich dem bei den Fischen.

heller Tropfen das Epithel auf, die eigenthümlich glänzende Beschaffenheit desselben verliert sich, eine zerfliessende, breiige, feinkörnige Masse mit eingebetteten sehr blassen Kernen tritt an seine Stelle. In ihr und über dieselbe hinausragend sind aber die Haare, wenn auch etwas verkürzt, deutlich geblieben, und an der Basis einzelner derselben kommt ein vorher unsichtbar zwischen den übrigen Epithelial-Elementen eingebetteter, stark lichtbrechender, wurstförmiger Körper zum Vorschein, welcher, in seiner Form einer schmalen Cylinderepithelzelle gleichend, hinten abgestutzt zu enden scheint, vorn sich schnell zuspitzend in das Haar übergeht. Die Art der Lichtbrechung ist eigenthümlich und erinnert an die beim Zerzupfen einer frischen retina ähnliche wurstförmige Körper darstellenden Stäbchen. Einen Kern konnte ich in diesen Gebilden, welche bei Wiederholung des Versuches übrigens nicht jedesmal sichtbar wurden, nicht wahrnehmen. Nach stundenlanger Einwirkung von Wasser — ohne dass an dem Präparate durch Zerzupfen oder sonstige Manipulationen etwas geändert worden — sind die wurstförmigen Körper zu birnförmigen angeschwollen, deren verschmälertes Ende sich in das lange Haar fortsetzt. Durch die starke Lichtbrechung unterscheiden sie sich sehr auffallend von der umgebenden aufgequollenen übrigen Epithelmasse. Nach kurzem Verweilen einer Ampulle in concentrirter Lösung von doppelt chromsaurem Kali oder sehr dünner Chromsäurelösung ($^1/_4$—$^1/_6$ Gran auf die Unze Wasser) findet man die mit einem Haare versehenen birnförmigen Blasen meist auf der freien Fläche des Epithels aufliegend, wie wenn sie durch Zusammenziehung der Epithelialschicht hervorgepresst wären. Ihr starkes Lichtbrechungsvermögen, welches sie bei Behandlung mit blossem Wasser zeigten, haben sie dabei eingebüsst; es sind blasse, leicht granulirte Blasen, in deren Inneren ein Kern nicht erkannt wurde (fig. 5. c). An längere Zeit in den genannten Lösungen aufbewahrten, erhärteten Präparaten von Rochen und Haien fand ich die die Härchen tragenden Körper auch meist auf die freie Fläche des Epithels der crista acustica hervorgetreten.

Dabei zeigten sie aber meist wieder die ihnen ursprünglich eigene starke Lichtbrechung, und, was bei den früher erwähnten Behandlungsmethoden nicht gesehen wurde, einen dünnen Stiel, einen central abgehenden freien Fortsatz, welcher in dem erhärteten und undurchsichtigen Epithelialbelag verschwand, ohne dass über sein weiteres Schicksal etwas ausgemittelt werden konnte (vgl. fig. 6). Aber auch hier machen die runden Blasen mehr den Eindruck einer durch Quellung entstandenen Bildung, als einer ursprünglich vorhandenen.

Die Härchen bedecken den Kamm der crista acustica, wie auch die oben erwähnten seitlichen knopfförmigen Anschwellungen derselben. Diese letzteren gehen, wie beschrieben wurde, allmählich sich abflachend, in das Niveau der Ampullenwand über. Die Härchen aber hören in scharf abgesetzter Linie auf diesen seitlichen Knöpfen der crista auf, die früher als diese selbst sich in das Niveau der Ampullenwand verloren haben. Beim Hecht ist dieses Verhältniss leicht zu constatiren. Hier fallen an den ungeöffneten Ampullen schon bei Betrachtung mit blossem Auge oder mit der Loupe die seitlichen Verbreiterungen der crista acustica als ein Paar gelbbraune einander diametral gegenüberstehende Flecke auf, welche sich nach aussen hin ganz allmählich verlieren. Bei Betrachtung der betreffenden Stelle von innen unter dem Mikroskope sieht man die weit weniger intensiv gefärbte crista selbst mit kleiner knopfförmiger Anschwellung endigen. Diese fällt mit scharfem Rande steil ab, um nun erst in den dunkelbräunlichen Hof überzugehen, welcher in weiter Ausdehnung die allmähliche vollständige Ausgleichung der Niveauverhältnisse übernimmt. Auf dem steil abfallenden seitlichen Knopfe der crista stehen die Haare noch eben so dicht, wie auf der crista selbst, hören aber mit demselben vollständig auf, so dass an der nun folgenden bräunlichen Abflachung kein einziges Härchen mehr vorkommt.

Was die übrigen zelligen Elemente des Epithelialüberzuges der crista acustica betrifft, so lassen sich dieselben nach ein- bis zweitägiger Behandlung mit dünnen Lösungen von Chrom-

säure oder mit concentrirter von doppelt chromsaurem Kali, wenn auch schwer, zerlegen. Bei weitem überwiegend an Zahl finden sich Zellen, welche aus einem sehr kleinen runden oder ovalen Zellenkörper und zwei diametral gegenüberstehenden langen feinen Fortsätzen bestehen, von denen der eine peripherisch aufsteigend an der freien Fläche des Epithels abgestutzt endet, der andere feinere, ein verschwindend feines Fädchen, in entgegengesetzter Richtung der bindegewebigen Unterlage zuläuft (fig. 7. aa). Die Körper dieser Zellen, welche ich mit dem Namen Fadenzellen belege, liegen dicht gedrängt in verschiedenen Ebenen des dicken Epithelialbelages, bald der freien Fläche, bald dem Bindegewebe näher, und variirt die Länge ihrer Fortsätze nach dieser Verschiedenheit der Lage. Die Fadenzellen haben nach ihrer Gestalt und Anordnung grosse Aehnlichheit mit den zwischen den Epithelialzellen der regio olfactoria der Nase aller Wirbelthiere gelegenen, von mir sogenannten Riechzellen.

Die peripherischen Fortsätze derselben kommen zu Tage zwischen grösseren anderen Zellen, welche in der Form Cylinderepithelialzellen gleichen (fig. 7. bb). Diese haben ein freies abgestutztes, unter Umständen einen schmalen Raum als Verdickung der vorderen Wand zeigendes Ende und sind nach der bindegewebigen Unterlage zu, welche sie aber meist nicht zu erreichen scheinen, abgestutzt oder zugespitzt. Im Querschnitt sind diese Zellen kreisrund, zur Aufnahme des runden Kernes besitzen sie oft eine geringe bauchige Anschwellung etwa in ihrer Mitte. Sie scheinen der Sitz der schwach gelblichen Färbung zu sein, welche dem Kamme der crista acustica zukommt. Im frischen Zustande in liquor cerebrospinalis untersucht, lassen sie sich nur schwer isoliren und zeigen dann einen stark lichtbrechenden glänzenden blasskörnigen Inhalt; in erhärtenden Flüssigkeiten verliert sich der Glanz und tritt ein stark körniger Inhalt hervor.

Endlich kommen in dem Epithel der crista acustica neben den beschriebenen Gebilden noch Zellen vor, welche mit abgestutzter Basis dem knorpelartigen Bindegewebe der crista aufruhen, und nach der Peripherie zugespitzt zwischen den

übrigen Elementen endigen. Diese Basalzellen, welche ich bei Rochen und Haien deutlicher, als beim Hecht wahrnahm, scheinen jedoch nicht gleichmässig über den ganzen Kamm der crista acustica verbreitet vorzukommen, sondern mehr in den Randpartien, wo die Zahl der Fadenzellen zwischen den Epithelialzellen nicht so gross ist, als in der Mitte. Das sind die Elemente der Epithelialschicht, welche die Endausläufer der Ampullennerven in sich aufnimmt.

Ein ganz ähnliches Verhalten der Nervenenden und der Epithelialgebilde, wie in den Ampullen, kommt auch in den Otolithensäcken der Fische vor, und zwar wesentlich gleich im grossen wie im kleinen Otolithensack der Rochen und Haie von Helgoland und des Hechtes.

Die zu diesen Säcken tretenden ansehnlichen Nerven verbreitern sich, indem die Primitivfasern auseinanderweichen, und endigen in einer Zone, welche wie bei den Ampullen ungefähr der Hälfte des grössten Kreises der genannten Säckchen entspricht. Hier findet sich innen eine in die Höhlung wenig vorspringende Leiste, breiter und viel niedriger als in den Ampullen, welche mit einem undurchsichtigen gelblichen Epithel bekleidet ist, während die übrigen Theile der Wandung gleichförmig durchsichtig erscheinen. Ein einschichtiges Pflasterepithel bekleidet innen die Otolithensäckchen mit Ausnahme der Nervenleiste, welche ein geschichtetes Epithel besitzt. In letzterem finden sich wieder 1) die schon bei den Ampullen erwähnten Cylinderepithelialzellen mit rundem Querschnitt, grossem runden Kern und nach der Erhärtung stark körnigem Inhalt, in fig. 12 aus dem kleinen, in fig. 13 aus dem grossen Otolithensack von *Raja clavata* dargestellt, und zwar vom Rande der Nervenleiste und hier ohne die an anderen Stellen zwischengelagerten anderen Gebilde; 2) die sehr viel zahlreicheren kleinen Fadenzellen mit zwei feinen Ausläufern, einem peripherischen etwas dickeren und einem centralen verschwindend feinen; endlich 3) Basalzellen in wechselnder Menge mit abgestutztem, dem Bindegewebe aufruhendem centralen und zugespitztem peripherischen, zwischen den übrigen Elementen verschwindenden

Fortsatze. Dagegen fehlen die Härchen, welche in den Ampullen über die Oberfläche des Epithels hinausragen, in den Otolithensäcken entweder gänzlich, wie beim Hecht,[1] oder finden sich nur an einigen wenigen ganz beschränkten Stellen, wie bei *Raja clavata*, wo ich diese Stellen allerdings leider nicht genau zu bezeichnen vermag.

Die markhaltigen Nervenfasern steigen hier wie in der crista acustica der Ampullen sämmtlich in der mit undurchsichtigem Epithel bekleideten Zone gegen dieses letztere auf und verlieren ihr Mark an der Grenze des Bindegewebes, während die Axencylinder sich in das Epithel einsenken und zwischen den Elementen desselben in eine grosse Zahl feiner Fäserchen zerfallen, welche nach dem vorsichtigen Entfernen der Epithelialgebilde frei und in unmittelbarem Zusammenhange mit den markhaltigen Fasern gesehen werden können. Erst nach wiederholter Theilung und äusserster Verfeinerung entziehen sie sich der weiteren Beobachtung.

Der grosse Otolithensack des Hechtes besitzt an der Nervenleiste noch eine hinreichende Durchsichtigkeit, um im frischen Zustande eine Betrachtung der inneren Fläche bei durchfallendem Lichte zu gestatten. Es wurde oben bei Beschreibung der Epithelialgebilde der crista acustica der Ampullen behauptet, dass, abgesehen von den Härchen tragenden Gebilden, die freie Fläche des Epithelialüberzuges nicht nur von den cylindrischen Epithelialzellen, sondern auch von den abgestutzten Enden der peripherischen Ausläufer der zahlreich zwischen ersteren gelegenen Fadenzellen eingenommen werde. Die Anordnung dieser Zellenenden, deren sehr verschiedener Querschnitt bei Flächenansichten ein eigenthümliches Mosaik geben muss, lässt sich in den Ampullen sowohl wegen Undurchsichtigkeit der crista acustica, als auch der Härchen wegen nicht studiren. Dagegen sind an der Nervenleiste des

1) Neuerdings habe ich an einigen Stellen des grossen Otolithensackes vom Hecht an schwach erhärteten Präparaten kurze Härchen über die Oberfläche des Epithels hinausragen sehen, welche möglicher Weise auch im frischen Zustande schon vorhanden waren, wonach das Obige zu berichtigen wäre.

genannten Otolithensackes solche Flächenansichten zu gewinnen, und stellt sich bei solchen das eigenthümliche, in fig. 13 wiedergegebene Bild dar, dass grössere runde Kreise, die natürlichen Querschnitte der Cylinderzellen, umgeben von sehr zahlreichen kleinen runden Kreisen, welche unter Vergleich der durch Schnitte und Zerzupfungspräparate gewonnenen Anschauungen nur als die freien Enden der Ausläufer der Fadenzellen angesehen werden können. Das Bild ist einigermassen ähnlich dem der Flächenansicht der retina von der Chorioidealseite her, wo das Mosaik der freien Enden von Stäbchen und Zapfen gesehen wird. Das Zahlenverhältniss der kleineren und der grösseren runden Kreise ist nicht an allen Stellen des Nervenvorsprunges dasselbe. An seinen Rändern finden sich wenige kleine Kreise im Vergleich mit der Mitte, welcher die Abbildung entnommen ist, wo sich zwischen die weiter auseinanderrückenden grösseren zahlreichere kleine Kreise eindrängen.

Auf der crista acustica der Ampullen von Rochen und Haien ist der Uebergang des durchsichtigen einfachen Pflasterepitheliums in das geschichtete undurchsichtige, welches die Nervenenden enthält, ein so plötzlicher, dass nach dem Abheben des Epithelialmantels der crista im Zusammenhange an erhärteten Präparaten und dem Ausbreiten desselben in eine Ebene ein undurchsichtiges mittleres Band scharf abgesetzt erscheint gegen das durchsichtige Mosaik sechseckiger Pflasterzellen, welche die Abhänge der crista bekleideten. Aehnlich ist das Verhältniss in den Otolithensäcken derselben Fische. Etwas anders dagegen beim Hecht. Hier findet man bei Flächenansichten wie bei Querschnitten des Epithels der Otolithensäcke eine Zone zu beiden Seiten des Nervenvorsprunges, welche ausser den Pflasterzellen noch andere grössere eigenthümliche Zellen, vielleicht Uebergangselemente zu den Zellen der Nervenleiste enthält. Diese Zone ist jederseits mindestens eben so breit, als die Nervenleiste selbst. In ihr treten zwischen den kürzere oder längere Prismen darstellenden Pflasterzellen ansehnlich grössere, unregelmässig gestaltete Zellen auf, welche ich Cylinderzellen mit sternför-

migem Querschnitt nenne, zuerst mehr vereinzelt, gegen die Nervenleiste hin aber dichter und eine fast continuirliche Lage darstellend. Diese neu auftretenden Zellen erscheinen frisch in liquor cerebrospinalis farblos, blasskörnig, ziemlich stark lichtbrechend, mit grossem, oft doppelt vorhandenem, vollkommen rundem Kern und Kernkörper. In dünnen Chromsäurelösungen werden sie dunkel und heben sich scharf gegen die helleren zwischengelagerten Pflasterzellen ab. An Grösse und Gestalt sind sie sich sehr ungleich. Die meisten übertreffen in ihrem Querschnitte, den man bei Flächenansichten natürlich allein sieht, die Pflasterzellen um das Drei- bis Vierfache. Die Form dieses Querschnittes ist meist sternförmig mit ausspringenden Ecken und Ausschnitten dazwischen, in welche letztere sich entweder eine andere Zelle derselben Art einfügt, oder gewöhnliche Pflasterzellen eingeschoben sind (vgl. fig. 10). Liegen sie dicht an einander, so lassen sie doch immer die Grenzlinie deutlich erkennen; sind sie weiter von einander gerückt, so schicken sie nicht selten von ihren Seitenflächen aus schmale Ausläufer einander entgegen, Kämme oder vorspringende sich immer mehr verschmälernde Leisten, welche vielleicht auch in anastomotische Verbindung treten. Mehrere solcher mit Ausläufern versehenen Zellen können ein Feldchen vollständig umschliessen, in welchem ausschliesslich gemeine Pflasterzellen liegen (fig. 10). Diese Zellen haben eine ansehnliche Dicke. Sie ruhen mit breiter abgestutzter Basis dem Bindegewebe auf (fig. 11) und behalten die an der Basalfläche ihnen zukommende Breite entweder bei, oder verschmälern sich nach der freien Fläche zu. Letztere ragt frei aus den zwischenliegenden Pflasterzellen hervor. Oefter haben sie auch eine schiefe Lage der Art, dass ein Loth, errichtet in der Mitte der oberen freien Fläche gegen die Basalfläche hin verlängert, diese gar nicht oder am Rande treffen würde. Bei solcher Lage schieben sich vom Rande her Pflasterzellen über die andere Zelle herüber, und Flächenansichten können Zweifel erwecken, ob nicht die ganze Zelle von einer Lage Pflasterzellen bedeckt sei. Dem ist aber nicht so: ein Theil ragt immer als freie Fläche aus den

Pflasterzellen hervor. Die zackige, unregelmässig sternförmige Gestalt der Zellen, ihre Grösse, die starkkörnige Beschaffenheit ihres Inhaltes und endlich der kugelrunde, verhältnissmässig grosse Kern geben den Zellen eine gewisse Aehnlichkeit mit Ganglienzellen. Ein Zusammenhang mit Nervenfasern existirt aber, soviel ich mich überzeugen konnte, nicht. Abgesehen davon, dass die bei Flächenansichten erscheinenden kurzen Ausläufer der betreffenden Zellen nicht Ausläufer wie bei Ganglienzellen darstellen, sondern an den ganzen Seitenflächen der Zellen herablaufende Kämme, auch bei verhältnissmässig leichter Isolirbarkeit derselben nie in einen längeren Faden verfolgt werden konnten, so liegen vor allen Dingen die beschriebenen Zellen in Zonen, in welche nachweisbar vom Bindegewebe aus Nervenprimitivfasern nicht gelangen. Querschnitte der Wand der Otolithensäckchen lehren zur Ueberzeugung, dass der Verbreitungsbezirk der Nervenfasern ganz bestimmt mit der eigentlichen Nervenleiste abschliesst. Diese ist aber mit einem sehr kleinzelligen, geschichteten Epithel bedeckt, in welchem keine der grossen Cylinderzellen mit sternförmigem Querschnitt mehr gefunden wird, wie sie sich zu beiden Seiten der Nervenleiste zwischen die Pflasterzellen einschieben. Wäre es auch immerhin möglich, dass einzelne marklose Fäserschen zwischen den Epithelzellen sich über die Nervenleiste hinaus verliefen, um in die Zone der Sternzellen einzutreten, so scheint doch die Zahl der letzteren viel zu gross, als dass, wenn jede derselben mit einer Nervenfaser in Verbindung stände, diese dem aufmerksamen Forscher hätten entgehen können. Wir müssen aus diesen Gründen den fraglichen Zellen, die übrigens beim Hecht nicht bloss in den Otolithensäckchen, sondern auch in den Ampullen in der Nähe des Kammes der Nervenleiste vorkommen, die Bedeutung von Nervenzellen absprechen.

Die Cylinderzellen mit sternförmigem Querschnitt besitzen weniger in Form und Grösse, als in Betreff ihres körnigen dunkeln Inhaltes und des grossen runden Kernes eine gewisse Verwandtschaft mit den Cylinderepithelialzellen der Nerven-

leiste der Otholithensäcke oder des Kammes der crista acustica der Ampullen, wie aus einer Vergleichung der fig. 11, 12 und 13 hervorgeht. Es wäre möglich, dass erstere die Vorbereitungsform zu den letztgenannten Zellen darstellen. Die Ansicht gewinnt dadurch an Wahrscheinlichkeit, dass die Pflasterzellen, welche neben der Nervenleiste, wo sie in fig. 11 gezeichnet sind, zwischen den Cylinderzellen liegen, auf der Nervenleiste in die Basalzellen überzugehen scheinen, welche wie in fig. 12 u. 13 die Cylinderzellen tragen. Neben der Nervenleiste würden danach beide Arten von Zellen — Stern- und Pflasterzellen — neben einander, auf der Nervenleiste über einander zu finden sein.

Bei dieser Betrachtung, welche ich übrigens nur als eine Vermuthung aufstelle, würde dann die dritte Art von Zellen, die Fadenzellen, in dem geschichteten, die Enden der Hörnervenfasern enthaltenden Epithel allein als etwas ihm ausschliesslich Zukommendes übrig bleiben, wozu auf dem Kamm der crista acustica der Ampullen noch die Härchen tragenden Gebilde sich gesellen. Wir würden, wenn wir die Endigung der Nerven in der Epithelialschicht nicht in den frei zwischen den Zellen auslaufenden feinsten Fädchen, wie fig. 8 sie darstellt, finden wollen, sondern die endliche Verbindung mit zelligen Gebilden als wahrscheinlich annehmen, wozu wir nach der Analogie anderer Sinnorgane wohl allen Grund haben, demnach in den Otolithensäcken des Hechtes die Fadenzellen allein, in den Ampullen ausserdem noch die Härchen tragenden Gebilde als möglicher Weise mit den Nervenfasern in Verbindung stehend zu betrachten haben. Directe Verbindung ist nie gesehen worden. Die Theilfasern der in die Epithelialschicht eingetretenen Axencylinder besitzen eine solche Feinheit und sind so zerreisslich, während andererseits die sämmtlichen Epithelialgebilde immer so fest an einander hängen und sich bei Zerzupfen mitsammen ablösen, dass ich nach unzähligen Versuchen die Hoffnung auf Beobachtung eines wenn wirklich bestehenden directen Zusammenhanges vorläufig aufgeben musste. Es fragt sich nun, welche Gründe für einen directen Zusammenhang zunächst der

Nervenfasern mit den Fadenzellen sprechen. Ein Vergleich der feinen centralen Ausläufer der Fadenzellen mit den letzten noch im Zusammenhange beobachteten Nervenfäserchen ergiebt keine andere Verwandtschaft, als die übereinstimmende Feinheit beider und ihre ausserordentliche Zerstörbarkeit. Andere Zellen des Epithelialbelages besitzen ähnliche Ausläufer, wie ich glaube, nicht. Dass die Fadenzellen übrigens auch in eine nahe räumliche Beziehung zu den Nervenfasern treten, lehrte ein Präparat von der crista acustica des Rochen, von welchem ich einen Theil in fig. 9 abgebildet habe. Hier sah ich mehrere der das Bindegewebe verlassenden Axencylinder nach vorsichtiger Entfernung des Epithelialbelages von einer Anzahl der kleinen Fadenzellen dicht umgeben, welche offenbar in einer innigeren Verbindung mit der Nervenfaser standen, als die übrigen benachbarten Zellen, die sich alle vollständig abgelöst hatten. Die grosse Weichheit des nur unvollständig erhärteten Präparates liess eine Isolirung der feinen Endfäserchen leider nicht zu, während sie anderntheils der Herstellung des Präparates günstig gewesen, indem bei stärkerer Erhärtung voraussichtlich ein Abreissen der Fadenzellen mit den Epithelialzellen statt gefunden haben würde.

Die grosse Aehnlichkeit der Fadenzellen mit den von Eckhard beim Frosch entdeckten [1]), von mir näher beschriebenen [2]), den Wirbelthieren in der regio olfactoria, wie es scheint, durchweg eigenen Riechzellen veranlasst zu der Frage, ob denn hier die Varicositäten, auf welche ich bei den Fortsätzen der Riechzellen so hohes Gewicht gelegt habe, auch nicht vorhanden seien. Allerdings sind an den Endfäserchen des acusticus, wie an den Ausläufern der Fadenzellen von mir in einzelnen Fällen Varicositäten gesehen worden, doch als charakteristisches und constantes Merkmal kommen sie den genannten Fasern bei den Fischen nicht zu.

---

1) Beiträge zur Anatomie und Physiologie Heft 1, p. 81.

2) Monatsberichte der K. Akademie der Wiss. z. Berlin November 1856 p. 506.

Es fragt sich, ob wir überhaupt berechtigt sind, Varicositäten bei allen marklosen Nervenendfäserchen und unter allen Umständen zu erwarten. Die Antwort mag aus Folgendem entnommen werden. Zunächst ist festzuhalten, dass die Varicositäten immer ein Kunstproduct sind und nur bei gewissem Concentrationsgrade der angewandten conservirenden Flüssigkeiten vorkommen. Hiervon kann man sich an den reichen Lagern markloser Nervenfasern in der Opticus-Schicht der retina überzeugen. Ferner zeigen die betreffenden Fasern verschiedener Thiere eine verschieden ausgebildete Neigung zur Varicositätenbildung. Man benutze wieder die retina zur Prüfung dieses Satzes. Bei Fischen und Amphibien können die Varicositäten an den Opticus-Fasern der retina nur bei Anwendung von ganz bestimmt zusammengesetzten Lösungen und nach Verlauf einer bestimmten Zeit beobachtet werden, (Hecht: Chromsäure gr. 1 auf die Unze Wasser, das Auge geöffnet eingelegt, 48 Stunden nach dem Einlegen untersucht; bei vielen anderen Lösungen sind keine Varicositäten gesehen worden, trotzdem die Opticus-Fasern gut erhalten waren), während bei Vögeln, Säugethieren, Mensch, die Opticus-Fasern in vielen verschiedenen, nur nicht zu concentrirten Flüssigkeiten erhärtet immer Varicositäten zeigen. Die Varicositäten entstehen offenbar durch eine gewisse, die Nervenfaser ungleich ausdehnende Diffusionswirkung. Welche Structurverhältnisse eine Faser haben muss, um zur Varicositätenbildung geneigt zu sein, lässt sich freilich nicht angeben. Aufmerksame Beobachter werden aber die exquisite Form derselben, welche, wie ich behaupte, nur marklosen Nervenfasern ohne Schwann'sche Scheiden, also freien Axencylindern, oder unter gewissen Umständen den aus markhaltigen Nervenfasern künstlich isolirten Axencylindern zukommt, von zufälligen Varicositäten z. B. der Epithelialzellenfortsätze unterscheiden lernen.

Dass Varicositäten feinster Fäserchen demnach nur eine relative Bedeutung für die Unterscheidung nervöser und nichtnervöser Elemente haben können, leuchtet ein. Nur bei ganz regelmässig im Verlauf einer Faser auftretender Wiederho-

lung derselben, und wenn sie allen in derselben Flüssigkeit erhärteten Fasern constant in gleicher Weise zukommen, dürfen dieselben eine diagnostische Bedeutung gewinnen. Ihre Abwesenheit darf aber nie gegen die nervöse Natur entscheiden. Möglich, dass sie an den Fadenzellenfortsätzen der regio auditoria der Labyrinthsäckchen der Fische unter gewissen Umständen erzeugt werden können, wie es mir nach längeren vergeblichen Versuchen an den Opticus-Fasern der retina des Hechtes gelungen ist, wo sie gewöhnlich fehlen. Möglich ferner, dass bei Vögeln und Säugethieren die Fadenzellen, wenn sie anders dort vorkommen, was zu untersuchen ich zunächst unterlassen habe, Varicositäten ihrer Fortsätze so constant zeigen, wie es die Retina-Fasern dieser Thiere und des Menschen thun.

Schliesslich noch einige Worte über die Härchen tragenden Gebilde der crista acustica. Die Natur derselben ist durch meine Untersuchungen keineswegs aufgeklärt worden. Die ursprüngliche Form derselben scheint nach den Quellungsversuchen in Wasser die eines stark lichtbrechenden Stäbchens zu sein. Allmählich nimmt dasselhe unter Wasseraufnahme die Gestalt einer birnförmigen Blase an. In solcher Form habe ich sehr oft an erhärteten Präparaten die Gebilde ausserhalb der Epithelialschicht, ihr aussen aufliegend gesehen (fig. 5, c), ohne dass ein weiterer Zusammenhang mit derselben statt hatte. Die Gebilde schienen unter den Erscheinungen des Zusammensinterns der Epithelialelemente nach aussen hervorgepresst zu sein. Dabei fanden sich stets bedeutende Variationen in der Grösse der wie durch Quellung entstandenen kernlosen Blasen. In einzelnen Fällen war, wie fig. 6 zeigt, ein Theil dieser Gebilde mittelst eines deutlichen central abgehenden Fadens in der Masse des undurchsichtigen Epithels befestigt. Niemals aber zeigten sich zwischen den Epithel- und Fadenzellen an erhärteten Präparaten noch Härchen tragende Zellen eingebettet, wie man hätte erwarten können. Wo die Härchen fehlen oder sehr kurz sind, wie in den Otolithensäcken, kommen an erhärteten Präparaten durch Quellung hervorgetretene Zäpfchen und kleinere gestielte Bläschen zum

Vorschein, welche in ihrer eigenthümlichen Lichtbrechung sehr an die grösseren Härchenblasen der Ampullen erinnern. Sind diese (fig. 15) durch Quellung der peripherischen Fortsätze der Fadenzellen entstanden, deren natürliche Querschnitte im frischen Zustande mit den grösseren Epithelialzellen abwechselnd fig. 14 zeigt, so liegt es nahe, daran zu denken, auch in den Ampullen die mit den Härchen in Verbindung stehenden, durch Quellung entstandenen Blasen auf die peripherischen Fortsätze der Fadenzellen zu beziehen. Dennoch hat mir eine solche Anffassung nicht ganz zusagen wollen, da ich isolirte Fadenzellen, wie fig. 7 sie zeigt, nie in ein Haar verlängert sah. Auch machen es Leydig's Angaben von dem Vorkommen besonderer Haare tragender Zellen (Stachelzellen) in der Gegend der Hörnervenendigung bei Thieren (Histologie p. 270) nicht unwahrscheinlich, dass auch hier doch noch besondere, die Haare tragende Zellen neben den beschriebenen Epithelialgebilden vorkommen.

Hier ist endlich der Ort, auf die kürzlich von Reich publicirten Beobachtungen zurückzukommen, welche die Endigung des Hörnerven im Labyrinth bei *Petromyzon Planeri* betreffen. Reich unterscheidet 3 Arten von Epithelzellen im Labyrinth der gedachten Thiere: Pflaster-, Flimmer- und Cylinderzellen. Letztere sollen in einfacher Lage als auf beiden Seiten abgestutzte Zellen die „vorspringenden Falten des Vestibulum und der Ampullen“ bekleiden und zwischen sich die Nervenenden aufnehmen. Jede Nervenprimitivfaser zeigt, ehe sie das Bindegewebe verlässt, eine kernhaltige, spindelförmige Anschwellung und eine zweite gleich nach dem Austritt aus dem Bindegewebe zwischen den Basen der Epithelialzellen, steigt dann zwischen den Cylinderzellen auf, um als feiner Faden endlich über die freie Fläche des Epithels hinauszuragen und hier eine dritte kernhaltige Anschwellung zu bilden, welche sich schliesslich noch in ein feinzugespitztes Fädchen fortsetzt. Danach wäre von Reich der Uebergang der Nervenfasern in zwischen den Epithelzellen gelegene zellige Elemente, den wir nur ahnen konnten, mit Sicherheit erwiesen, und die bemerkenswerthe Eigenthümlichkeit noch

hinzugefügt, dass die Nervenfäden aus dem Epithel weit hervor und in die Endolympha hinein ragen, und zwar mittelst mit klöpfelartigen, kernhaltigen Anschwellungen versehener Fäden. Reich hat seine Untersuchungen nur an längere Zeit in Chromsäure und Lösungen von doppelt chromsaurem Kali aufbewahrten Thieren gemacht, frische Präparate aber nicht verglichen. Es muss das um so mehr bedauert werden, als wir bewiesen haben, dass unter Anwendung der genannten conservirenden Flüssigkeiten durch Quellungsvorgänge die Oberflächenverhältnisse der regio auditoria mannigfach verändert werden. Wie bei allen histologischen Untersuchungen vor einer einseitigen Anwendung in irgend welchen conservirenden Flüssigkeiten aufbewahrter Präparate auf das Nachdrücklichste gewarnt werden muss, so gilt das doch vor Allem für solche Gewebe, welche, wie peripherische Nervenenden, als die empfindlichsten gegenüber dem Einfluss schon solcher Flüssigkeiten, welche nur wenig von der Zusammensetzung des sie normal durchtränkenden Plasma abweichen, bekannt sind.

Ich erhielt kürzlich lebende Exemplare von *Petromyzon fluviatilis* durch die Güte des Herrn Dr. Robitsch in Dessau. Das Labyrinthsäckchen ist hier zu undurchsichtig, um ungeöffnet die Wahrnehmung der Verschiedenheiten des Epithels an verschiedenen Stellen zu gestatten. Nach einigen Versuchen gelang es mir, durch Schnitte Nervenleisten so blosszulegen, dass die freie Fläche des hier ansehnlich dicken, eine feinstreifige Masse darstellenden Cylinderepithels unverletzt beobachtet werden konnte. Die Untersuchung geschah in Eiweisslösungen, in denen sich das Spiel der von A. Ecker im Labyrinthsäckchen der Neunaugen entdeckten ansehnlichen Wimperhaare längere Zeit erhielt. Es fand sich auf einer nicht wimpernden Nervenleiste keine Spur freier Fortsätze, dagegen konnte, wie in den Otolithensäcken des Hechtes, sehr gut das Mosaik abwechselnder grösserer und kleinerer kreisförmiger Zellenquerschnitte wahrgenommen werden. Die kleineren Kreise standen in einfachem Kranze um jeden der grösseren Kreise, wie das an manchen Stellen der Nerven-

leiste des Otolithensackes des Hechtes auch gesehen wird, ähnlich also, wie fig. 14 andeutet, nur die Zahl der kleinen Kreise weit geringer. Auf einer anderen an einem Chromsäurepräparat isolirten Nervenleiste fand ich deutliche Spuren von Härchen und solchen Härchen tragenden Blasen, wie wir von anderen Fischen kennen gelernt haben. Das geringe mir zu Gebote stehende Material erlaubte noch nicht, zu entscheiden, ob letztere, wie ich vermuthe, einer Ampulle, jene Nervenleiste ohne Haare dem Vestibulum angehörte. Jedenfalls bedarf aber die Darstellung von Reich sowohl in Betracht der feinsten Nervenendfädchen, als auch des Epithels in der Nähe der Nervenendigungen einer wesentlichen Berichtigung, welche ich mir in Erwartung weiteren Materials für einen Nachtrag zu diesem Aufsatz verspare.

Eine sehr bemerkenswerthe Beziehung findet bei den Fischen statt zwischen den Otolithen und den Nervenleisten der Otolithensäcke. Erstere stellen bei den Knochenfischen bekanntlich zum Theil ansehnlich grosse harte Körper dar, deren etwas unregelmässige Gestalt sich mehr weniger leicht auf die eines convex-concaven Scheibchens reduciren lässt. Die convexe Fläche stellt den Abdruck eines Theiles der inneren Wand des Otolithensäckchens dar, welcher der Otolith stets eng anliegt. Die concave Seite sieht frei in die Endolympha. Die Stelle der Otolithensäckchen nun, an welche die Hörsteine mit ihrer convexen Seite sich anlegen, begreift stets die Nervenleiste in sich. Der Längsdurchmesser des Otolithen stimmt mit der Länge der Nervenleiste genau überein. Der Querdurchmesser übertrifft aber die Breite der Nervenleiste um das Zwei- bis Dreifache. Indem sich der Otolith genau der inneren Oberfläche des Otolithensäckchens anschmiegt, erhält er zur Aufnahme der hier vorspringenden Nervenleiste constant eine an jedem grösseren Otolithen wahrnehmbare Längsfurche. Dieselbe ist beim grossen Otolithen des Hechtes ansehnlich tief und tiefer sogar, als dass die Nervenleiste sie ganz ausfüllte. Beim Dorsch stellt sie ein nur sehr wenig vertieftes, über die Mitte der convexen Fläche in der Längsrichtung

verlaufendes, scharf abgesetztes Band dar, welches genau den Reliefverhältnissen der innern Wand des Otolithensäckchens entspricht. Beim Barsch gleicht sie wieder mehr den Verhältnissen beim Hecht. Krieger hat in seiner Dissertation über Otolithen (Berlin 1840) diese Nervenleistenfurche an allen grösseren von ihm abgebildeten Hörsteinchen angegeben. Ihm war auch bekannt, dass die Otolithen derjenigen Stelle der Wand der Säckchen anliegen, welche die Nervenendverzweigungen enthalten. „Discedunt enim generatim tenerrimi nervi acustici exitus in iis praecipue locis, ubi otolithi positi sunt", wie p. 22 der angeführten Dissertation zu lesen. Seine Ansicht über die Art der Endausbreitung der Nerven, ihr Verhältniss zum Otolithen und namentlich seiner Längsfurche ist allerdings nicht die richtige. Er sagt darüber auf derselben Seite: „Huc accedit, quod e nervis acusticis adeat ramulus sagittam (der grösste der Hörsteinchen nach der Terminologie von Huschke), in cuius fossa aut fovea positus inde tenuissima emittat fila, quae in fossulis et rimis expansa totum reticulo circumdent subtilissimo. Haec praesertim in Cyprinis, in Perca fluviatili aliisque cerni possunt. Apud ceteros tenerrimi nervorum fines ad membranae instar in superficie interna labyrinthi membranacei ostenduntur." Die Ansicht, dass die Nerven aus der Wandung der Säckchen heraus zu den Otolithen treten und diese umspinnen, welche auch Stannius aufgenommen hat (Handb. d. Zootomie. Fische. 1854. p. 169), verdankt ihren Ursprung der in der That vorhandenen innigen, nur mit einiger Gewalt zu zerstörenden Verbindung von Otolith und Labyrinthsäckchen. Die Reliefverhältnisse der Hörsteinchen rühren aber nachweisbar nicht von sie umspinnenden Nerven her, sondern sind einmal der Abdruck der beschriebenen Nervenleiste, anderntheils sind sie zurückzuführen auf die nach Krieger's Entdeckung die Concretionen zusammensetzenden strahlig geordneten prismatischen Stäbchen, welche an der Oberfläche Erhabenheiten erzeugen, zwischen denen rinnenartige Vertiefungen zurückbleiben.

Es fragt sich, welcher Vorrichtung die feste unverrückbare

Lage der Otolithen in den Säckchen zuzuschreiben, durch welche Anordnung erstere in der genauen Apposition an die Nervenleiste gehalten werden, in der sie sich bei Untersuchung frischer Präparate stets finden. Ich kann dies Verhältniss nur auf Rechnung der eigenthümlichen Consistenz des Inhaltes der Otolithensäckchen bringen. Die Inhaltsmasse ist eine schleimig gallertartige Substanz, welche namentlich in der unmittelbaren Umgebung des Otolithen eine ziemlich grosse Consistenz besitzt. Eine besondere, den Otolithen umgebende Membran fehlt aber, sowie auch ein epithelartiger Zellenbelag, gänzlich. Von besonderen Aufhängebändern des Otolithen ist ebenfalls keine Spur da. Derselbe ist frei eingebettet in die glaskörperähnliche Inhaltsmasse, und da er seine Stelle ursprünglich genau der Nervenleiste anliegend fand, so kann er sie nachher, umgeben von der halbconsistenten Gallertmasse, auch nicht mehr verlassen. Das Wachsthum desselben findet statt wie bei anderen geschichteten Concretionen durch Apposition von aussen. Die Glaskörpermasse in seiner Umgebung verdichtet sich an seiner Oberfläche und bildet die organische Grundlage für die weiteren Ansatzschichten, in denen so wenig Zellen zu erkennen sind, wie in der ihn umgebenden Substanz. Schleimfäden, vielleicht Zellenreste, wie sie auch im Glaskörper des Auges, abgesehen von den Epithelzellen der Scheidewände vorkommen, sind das Einzige, was von Structur in der umgebenden Gallertmasse aufgefunden wurde.

Die Frage liegt nahe, ob die Gehörsteine so dicht an der Nervenleiste anliegen, dass, vorausgesetzt, die Nervenenden finden sich au niveau mit der freien Fläche der Epithelialzellen, etwa in den peripherischen Enden der Fadenzellen, eine unmittelbare Berührung von Otolith und Nerv stattfinde. Ueber die Oberfläche des Epithels hinausragende lange Haare, wie sie in den der Otolithen entbehrenden Ampullen vorkommen, finden sich in den Otolithensäcken des Hechtes bestimmt nicht, während sie allerdings bei Rochen und Haien an einigen beschränkten Stellen vorhanden sind. Bei letzteren haben die Otolithen eine breiweiche Beschaffen-

heit, sie sind zusammengesetzt aus zahlreichen, durch eine schleimige Grundmasse zusammengehaltenen mikroskopisch kleinen Concretionen von meist citronenförmiger Gestalt (vgl. Leydig Histologie p. 271, fig. 142 b). Wie ich mich überzeugt habe, liegt auch hier die Otolithenmasse der Nervenleiste unmittelbar an, doch besitzt sie weder eine deutliche Furche zur Aufnahme der letzteren, noch schmiegt sie sich überhaupt den Reliefverhältnissen der inneren Oberfläche des Säckchens so genau an, wie dies bei den Otolithen der Knochenfische der Fall ist. Das Vorkommen von Haaren könnte hier in Verbindung gebracht werden mit der offenbar vorhandenen geringeren Correspondenz der Flächen des Sackes und der Concretion. Die Haare könnten, da sie nur an gewissen Stellen vorkommen, an anderen fehlen, die mangelnde Berührung beider Flächen ergänzen, als gleichsam über den Zwischenraum zwischen Nervenleiste und Otolith ausgestreckte Fühlfäden. Nur weiter ausgedehnte Untersuchungen können diesen Punkt in's Reine bringen. Zunächst glaube ich mich für den Hecht gegen eine jeden, auch den geringsten Zwischenraum ausschliessende Apposition von Otolith und Nervenleiste entscheiden zu müssen. Die Nervenleistenfurche ist thatsächlich zu tief, als dass überall eine innige Berührung zu Stande kommen könnte, so dass eine directe Uebertragung der Schwingungen des Otolithen auf die Nervenenden zur Erzeugung eines mechanischen Tetanus im Nervus acusticus (sit venia verbo) nach Art der Wirkung des von Heidenhain construirten Tetanomotors nicht in dem grob mechanischen Sinne angenommen werden kann. Im Wesentlichen dürfte freilich die Sache ziemlich gleichgültig sein, ob es die Schwingungen des festen Körpers sind, die direct den Nerven tetanisiren, oder die Flüssigkeitswellen, welche unter dem resonirenden Einflusse des Otolithen entstanden.

Nach den Angaben von Steifensand über in den Ampullen zahlreicher Wirbelthiere und des Menschen vorkommende, unserer crista acustica entsprechende Vorsprünge und ihren eigenthümlichen breiigen Epithelialüberzug, wie nach Leydig's Bemerkung (Histologie p. 269), dass die Zellen

in der Umgebung der Nervenendigung in Vorhof und den Ampullen bei allen von ihm darauf untersuchten Thieren einen gelbkörnigen Inhalt besässen, kann es kaum einem Zweifel unterliegen, dass, was von mir ausführlich für einige Fische erwiesen worden, für die Endigungsweise des Hörnerven bei den übrigen Wirbelthieren in ähnlicher Weise Geltung haben werde. Einige von mir in dieser Beziehung gemachte, die Ampullen betreffende Beobachtungen wurden oben erwähnt. Im vestibulum von Hund und Katze finde ich bei Untersuchung in humor aqueus die dunkleren mit undurchsichtigerem Epithel bekleideten Nervenendstellen auch von Härchen überragt, welche aber viel kürzer als die in den Ampullen sind.

Ganz exceptionell scheint dagegen die Schnecke der Säugethiere dazustehen. Es seien mir noch einige wenige Bemerkungen über die Endigungsweise der Nerven in diesem Organe und über die in Betreff ihrer schwebenden Streitfragen gestattet. Die grosse Schwierigkeit der Untersuchung und die merkwürdige Complication der hier in Betracht kommenden Elementartheile rückt die Aussicht auf eine nach allen Seiten befriedigende Kenntniss derselben noch in weite Ferne. Die neueste Zeit hat seit Corti's[1]) glänzender Entdeckung auf diesem Gebiete manche werthvolle Fortschritte enthaltende Arbeiten gebracht, aber das Problem der Nervenendigung in dem in Rede stehenden Organe haben weder Kölliker's,[2]) noch Böttcher's,[3]) noch Leydig's[4]) Untersuchungen gelöst. Nachfolgende Bemerkungen gründen sich auf eine Reihe von Untersuchungen, welche ich ausführlicher am Menschen, an Hund und Katze anstellte. Eine mit Abbildungen erläuterte Darstellung des von mir Gesehenen beabsichtige ich erst später zu geben; hier folgen nur einige wichtigere bisher schon sicher erkannte Thatsachen.

---

1) Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie. Bd. 3, p. 109.

2) Gratulationsschrift für Tiedemann und Mikroskopische Anatomie. Bd. 2, p. 749.

3) Observationes micros. de ratione qua nervus cochleae mammalium terminatur. Dorpat. 1856.

4) Lehrbuch der Histologie p. 263.

Die Gebilde, welche Corti Zähne zweiter Reihe nennt, die Fasern, welche nach ihrem Entdecker in ein vorderes Stück (branche antérieure), zwei Gelenkstücke (coins articulaires) und ein hinteres Stück (branche postérieure) zerfallen und welche Kölliker in ihrer Gesammtheit als Corti-sches Organ bezeichnet, sind sämmtlich kernlose, wie es scheint, ganz solide faserartige Gebilde, von denen die hinteren, wie schon bekannt ist, sich leicht namentlich an ihrem verbreiterten Ende fein zerfasern. Die am Anfange des vorderen Stückes beschriebene kernhaltige Anschwellung existirt nicht, dagegen liegt unter diesem allerdings etwas verbreiterten Theile eine kernhaltige kleine Zelle eingeklemmt zwischen der Corti'schen Faser und der membrana basilaris laminae spiralis membranaceae, wie ich nach Claudius[1]) die das Corti'sche Organ tragende Lamelle nenne. Sie löst sich oft aus der Verbindung mit der Faser, in andern Fällen adhärirt sie fester. Kölliker erkannte die Lage dieser Zelle beim Ochsen richtig (Mikroskop. Anatomie II. p. 753, fig. 435 c''), hielt sie aber für einen kernhaltigen Theil der Faser selbst. Die Zelle selbst ist sehr vergänglich, der Kern weniger, die Corti'sche Faser am allerwenigsten. Was die übrigen Elemente des Corti'schen Organes betrifft, so stimme ich A. Böttcher bei, dass die Gelenkstücke nicht immer scharf trennbare Gebilde seien, sondern das vordere zur vorderen Faser, das hintere zur hinteren Faser gehören, wie Claudius auch von der Katze und Kölliker vom Ochsen abbilden, bei welchem letzteren Thiere die Gelenkstücke allerdings die bei Hund und Katze bei Betrachtung von oben auffallende Trennungslinie, welche Corti zu der von ihm aufgestellten Ansicht führte, und welche durch eine Knickung zu Stande kommt, nicht zu besitzen scheinen. Danach bestände jede Corti'sche Faser nur aus zwei trennbaren Stücken, deren sich berührende Mitteltheile statt Gelenkstücke Gelenkenden heissen mögen.

In Betreff der Zahl wie der Lage dieser Fasern kann ich

---

1) Zeitschr. f. wiss. Zoologie. Bd. 7, p. 154.

für Hund und Katze Claudius' und Böttcher's Angaben bestätigen. Die inneren Stücke verhalten sich an Zahl zu den äusseren etwa wie 3 zu 2. Die Lage derselben ist, wie Böttcher im Gegensatz zu Corti und Kölliker zeichnet, nicht parallel der Oberfläche der membrana basilaris, sondern der Art, dass die inneren Stücke gleich nach ihrem Anfange sich aus der Ebene der membrana basilaris in einem nach aussen mässig convexen Bogen ansehnlich erheben, die äusseren Stücke aber in nach aussen concaven Bogen in die Ebene der membrana basilaris wieder zurückkehren, an welcher sie befestigt sind, wie Claudius richtig angiebt. Die beiden Gelenkenden aber bilden eine schmale Hochebene parallel der lamina, indem sie in scharfem Winkel von den zugehörigen Stücken sich abknicken. Der zwischen dem Corti'schen Organe und der membrana basilaris gelegene Raum hat danach eine ungefähr trapezförmige Gestalt mit nach innen gebogenen Seitenwänden. Danach wäre auch Leydig's Auffassung der betreffenden Gebilde (Histologie p. 263) zu verbessern.

Obgleich Corti und Böttcher das in Rede stehende Organ vorzugsweise bei Hund und Katze untersuchten, sind ihnen einige in unmittelbarem Zusammenhange mit den beschriebenen Stücken stehende Gebilde, welche dem Corti-schen Organe fernerhin zuzurechnen sind, entgangen. Löst man die äusseren Stücke von den inneren, da wo sie mit ihren Gelenkenden an einander stossen, so kommen Plättchen zum Vorschein, welche bei Betrachtung von oben unter den äusseren Stücken lagen und durch sie verdeckt wurden. Es sind das Stücke etwa von der Länge der beiden Gelenkenden zusammengenommen. Dieselben sitzen alle in einer Ebene den äusseren Enden der inneren Stücke an, denen sie auch an Zahl entsprechen, und ragen schief nach abwärts geneigt in den freien, von dem Corti'schen Organe und der membrana basilaris umschlossenen Raum, in welchem sie alle in gleicher Länge gerade abgestutzt enden. Sie haben wie die folgenden die gleiche chemische Beschaffenheit wie die eigentlichen Corti'schen Elemente. Die zweite Art der ac-

cessorischen Gebilde besteht aus Faserstückchen, welche weniger plättchenartig, in ihrem Anfang wenigstens mehr stielrund zu sein scheinen, und verbreitert oder löffelartig ausgebreitet endigen, ähnlich wie die äusseren Stücke bei ihrem Ende auf der membrana basilaris. Diese sitzen den Gelenkenden der äusseren Stücke an ihrer oberen Fläche an und gehen in derselben Ebene wie die Gelenkenden, denen sie auch an Zahl entsprechen, nach aussen, biegen sich also nicht zur membrana basilaris nach abwärts, wie die äusseren Stücke es thun. Sie sind auch viel kürzer und zarter als die letzteren. Hier und da kommen brückenförmige Verbindungen zwischen ihnen vor. Beim Ochsen hat Kölliker[1]) offenbar diese accessorischen Gebilde zweiter Art gesehen. Dieselben sind sehr schwer in ihrer Gesammtheit zu isoliren, da an sie diejenigen Zellen sich anlegen, welche Corti zu je dreien hinter einander auf den äusseren Stücken aufsitzen lässt. Kölliker vermuthet, dass sie ein Netzwerk unter sich bilden, um die drei Zellen zu tragen, und habe ich Bilder gehabt, welche diese Ansicht bestätigen. Jedenfalls liegen auch bei der Katze, der Corti seine Darstellung entlehnte, die Zellen nicht den äusseren Stücken der Fasern auf, sondern höher, gestützt von den accessorischen Gebilden zweiter Art.

Wenden wir uns jetzt der wichtigen Frage zu, ob die Corti'schen Fasern nervöser Natur seien, wie Kölliker behauptet, oder nicht, der Ansicht von Corti, Claudius, Böttcher und Leydig gemäss, so muss ich mich auf Grund meiner Untersuchungen auf die Seite der letzteren Forscher stellen. Es sind zwei Punkte, welche hier in Betracht zu ziehen sind: einmal die chemische Beschaffenheit der Elemente und dann die Frage nach dem etwaigen directen Zusammenhange mit den Nervenfasern der lamina spiralis. Aus beiden glaubt Kölliker Beweise für die nervöse Natur der Elemente herleiten zu können. Aus der chemischen Beschaffenheit irgend eines fraglichen Gebildes einen Schluss auf die nervöse oder nicht nervöse Natur desselben

---

1) Mikrosk. Anatomie II. p. 756.

zu ziehen, hat bei dem dermaligen Standpunkte der Mikrochemie viel Missliches. Wichtige Fragen, welche die Mikroskopiker unserer Tage beschäftigen, konnten ihre Erledigung nicht finden wegen Mangels sicherer chemischer Kennzeichen für nervöse Gebilde. Ob solche überhaupt jemals aufgefunden werden, muss sehr zweifelhaft erscheinen, da zum Aufbau von Nervenzellen und Fasern andere Eiweisskörper nicht immer zu dienen scheinen, als sie auch in entschieden nicht nervösen Theilen des thierischen Körpers sich vorfinden. Nur in Verbindung mit rein anatomischen Kennzeichen, welche in aller nur möglichen Schärfe zu Hülfe zu nehmen sind, können wir in schwierigen Fällen entscheiden. So lege ich denn auch den Resultaten mikrochemischer Versuche an den Cortischen Fasern an sich nur einen relativen Werth bei.

Wenn markhaltige Nervenfasern an der Peripherie ihre Markscheide verlieren, auch die bindegewebige Schwann-sche Scheide einbüssen, also zu freien Axencylindern werden, wie dies bei den jenseits des Bindegewebes gelegenen Nervenendfasern der Ampullen nach meinen Angaben der Fall ist, oder ungleich deutlicher und leichter zu beobachten an der Uebergangsstelle der weissen Opticus-Fasern in die durchsichtigen Retina-Fasern vorkommt, so erhalten dieselben einen so hohen Grad von Vergänglichkeit, dass eine Isolirung derselben im frischen Zustande fast zu den Unmöglichkeiten gehört. Nur die Untersuchung in einer, dem normal das Gewebe tränkenden Plasma möglichst ähnlichen Flüssigkeit macht es z. B. bei der retina möglich, die wasserhellen Fasern der Opticus-Schicht einzeln zu erkennen. Zusatz von Wasser stört augenblicklich die Beschaffenheit derselben der Art, dass nur eine undeutlich streifige, körnige, breiige Masse sichtbar ist, wo vollständig isolirt verlaufende, scharf von einander abgesetzte Fasern in der That vorhanden waren.

Nach Kölliker's Entdeckung verlieren die markhaltigen Acusticus-Fasern der lamina spiralis ossea ihre Markscheide am Anfange der lamina spiralis membranacea und treten aus dem knöchernen Kanal auf die der scala vestibuli zugewandte obere Seite der lamina spiralis (besser membrana basilaris

Claudius), um als marklose Fäserchen weiter zu laufen. Ich kann diese Angaben vollständig bestätigen. Der freie Rand der lamina spiralis ossea ist für die Acusticus-Fasern dasselbe, was der colliculus nervi optici für die retina der meisten Säugethiere,[1]) das heisst, sämmtliche markhaltige Fasern gehen hier plötzlich in marklose Fäserchen oder, da ihnen die Schwann'sche Scheide fehlt, besser gesagt in freie Axencylinder über. Ich habe dieselben in der Schnecke auf grössere Strecken verfolgt und finde sie frisch wie nach Chromsäurebehandlung den feinen und feinsten Retina-Fasern vollständig gleich gebildet, auch unter gewissen Umständen mit jenen exquisit kleinen spindelförmigen Varicositäten versehen, welche so charakteristisch für die Retina-Nervenfasern sind.

Mit diesen marklosen Endausläufern der Acusticus-Fasern sollen nun nach Kölliker die inneren Enden der Corti'schen Fasern in Verbindung treten. Abgesehen davon, dass ich auf keine Weise einen solchen Zusammenhang wahrnehmen konnte, worauf ich einem so erfahrenen Beobachter gegenüber keinen Werth legen will, muss ich zunächst die Gültigkeit der von Kölliker aus den chemischen Eigenschaften der Corti'schen Fasern für ihre nervöse Natur entlehnten Gründe bestreiten. Meine Versuche sind folgende. Aus eben getödteten Hunden und Katzen entnommene und in humor aqueus untersuchte Corti'sche Fasern wurden mit Wasser ausgewaschen. Durch Aufquellen und schnelles Schwinden des grössten Theiles der ihnen anhängenden Zellen wurden dieselben in allen ihren Theilen deutlicher, ohne ihre Gestalt zu verändern und hielten sich viele Stunden in gleicher Weise. Zu solchen mit Wasser ausgewaschenen Corti'schen Fasern, an welchen ich, beiläufig gesagt, weder Varicositäten nach Kölliker, noch das Austreten einer körnigen Masse wie Claudius bemerken konnte, setzte ich verdünnte Essigsäure

1) Beim Kaninchen erstrecken sich bekanntlich die markhaltigen Fasern noch eine Strecke weit über die Umgegend des Opticus-Eintrittes. Diese Thiere müssen demnach einen besonders grossen blinden Fleck im Auge haben.

und verdünnte Salzsäure. In beiden Flüssigkeiten löste sich unter Gasentwickelung der Kalk der lamina spiralis ossea, aber die Corti'schen Fasern blieben mehrere Stunden unverändert deutlich, erhielten unter den Erscheinungen einer kaum merklichen Verkürzung aller ihrer Dimensionen sogar noch schärfere Contouren als sie vorher besassen. Die gleichen Versuche wiederholte ich an der Schnecke einer Katze, deren Kopf 24 Stunden nach der Decapitation bei einer Temperatur von 15 ° R. aufbewahrt worden war. Solche nicht mehr ganz frische Präparate sind allerdings, wie Kölliker hervorhebt, zum Studium des Corti'schen Organes nicht sehr brauchbar, da sich dasselbe auch bei grösster Vorsicht der Behandlung immer von der lamina spiralis mehr oder weniger vollständig ablöst und in seine einzelnen Stücke zerfällt, die dann isolirt in der umgebenden Flüssigkeit schwimmen. Auch erscheinen sie ein wenig blasser als gleich nach dem Tode. Dennoch kann man sich leicht davon überzeugen, dass sie alle wohlerhalten sind, und Zusatz von Essigsäure oder Salzsäure trägt wieder, statt sie verschwinden zu machen, vielmehr dazu bei, sie deutlicher und schärfer contourirt hervortreten zu lassen.

Ich kann nach diesem Kölliker's Ausspruch, dass die Corti'schen Fasern „äusserst zarte und leicht zerstörbare Gebilde" seien, nicht bestätigen, und noch weniger die nahe chemische Verwandtschaft mit den marklosen Fasern des acusticus, mit denen sie zusammenhängen sollen, oder mit den Opticus-Fasern und Stäbchen der retina, zugeben. Allerdings schwinden sie augenblicklich in kaustischen Alkalien. Hierin schwindet aber unter Aufquellen auch ebenso schnell die feine Streifung der membrana basilaris der lamina spiralis membranacea, und scheint mir die Ansicht Corti's, die Zähne zweiter Reihe mit dieser Membran in chemische Verwandtschaft zu bringen, welcher auch im Wesentlichen Böttcher und Leydig auf Grund ihrer mit den Corti'schen übereinstimmenden Angaben über die chemische Natur der Fasern beipflichten, weit naturgemässer als Kölliker's Ansicht.

Wenn es hiernach mehr als zweifelhaft erscheinen muss, dass die Corti'schen Fasern die Endausläufer der Acusticus-Fasern in der Schnecke seien, so kann ich endlich noch weitere Beobachtungen über den Verlauf der marklosen Nervenendfäserchen auf der lamina spiralis beibringen, welche zur Auffindung der wirklichen Endgebilde dieser Nerven führen dürften. Nach dem Abheben oder Abspülen des Corti-schen Organes, welches bekanntlich nur sehr lose mit der membrana basilaris verbunden ist, kommt unter demselben ein im natürlichen Zustande von ihm bedecktes reiches Lager von Nervenfasern zum Vorschein, welche der genannten Membran unmittelbar aufliegen. Die Fasern lassen sich bei einiger Uebung frisch in humor aqueus trotz ihrer Durchsichtigkeit und Feinheit erkennen, deutlicher nach Erhärtung in Chromsäure. Dieselben verlaufen nicht in der Richtung der markhaltigen Fasern der lamina spiralis ossea, sondern senkrecht auf diese in der Richtung der Schneckenwindung, also parallel der Grenze zwischen lamina spiralis ossea und membranacea. Sie zeigen an Präparaten, welche aus Felsenbeinen gewonnen wurden, die einige Wochen in Chromsäurelösungen, 1 Gr. auf die Unze Wasser, gelegen hatten, ganz das Ansehen der Opticus-Fasern, d. h. sind dicht von kleinen spindelförmigen Varicositäten unterbrochen und stehen mit zahlreichen kleinen Zellen, die einen grossen Kern führen, in Verbindung, die sich in den Verlauf derselben einfügen. Aber auch frisch in humor aqueus lassen sich schon die Varicositäten an denselben erkennen, wie die kleinen bipolaren Zellen, mit denen sie zusammenhängen. In der unteren grössten Schneckenwindung sind sie am zahlreichsten und deshalb am leichtesten zu finden. Die Zone, in welcher sie liegen, erscheint breiter als der Raum, welchen das Corti'sche Organ einnimmt. Dass diese Fasern zum Theil aus einer Umbiegung der aus den Löchern der habenula perforata hervorgetretenen Axencylinder entstehen, davon habe ich mich beim Menschen direct überzeugen können.[1]) Dieselben

1) Aber auch auf der unteren der scala tympani zugewandten Seite

liegen aber nicht bloss unter dem Corti'schen Organe, sondern sie erheben sich auch zum Theil zwischen die Faserstücke desselben und flechten sich zwischen diese ein. Auch hier stehen sie mit kleinen Zellen in Verbindung, welche zum Theil eine regelmässig an den einzelnen Stücken des Corti-schen Organes sich wiederholende Lage besitzen. Zu diesen gehören die bereits erwähnten kleinen Zellen unter dem Anfange der inneren Faser des Corti'schen Organes, welche für Kerne in denselben genommen wurden; ferner Zellen, welche in gleich regelmässiger Entfernung von einander unter den Gelenkstücken der äusseren Fasern sich befinden, eingeklemmt zwischen ihnen und den accessorischen Stücken erster Art. Endlich gehören hierher vielleicht diejenigen Zellen, welche von den accessorischen Stücken zweiter Art getragen werden, von denen oben bereits die Rede war. An ganz frischen Präparaten zeigen sie sich in der von Corti abgebildeten regelmässigen Folge. Doch sind dieselben nicht alle von gleicher Gestalt; die äussern sah ich bei Hund und Katze constant lang gestreckt wurstförmig, andere weiter noch nach aussen gelegene in ein ansehnliches frei hervorragendes Haar verlängert. Alle diese Zellen gleichen sich in ihrer grossen Vergänglichkeit. Wasserzusatz zerstört sie schnell und unter vielen conservirenden Flüssigkeiten habe ich noch keine gefunden, welche sie in ihrer natürlichen Form erhielte. Die Untersuchung in humor aqueus muss hier jeder anderen vorgezogen werden.

Glaubte ich ein Recht zu haben, den Angaben Kölliker's über die nervöse Natur der Corti'schen Fasern einige Zweifel entgegenzustellen, so beziehen sich diese nach dem Vorstehenden doch nicht auf die zelligen Gebilde, welche

---

der membrana basilaris kommen solche quere Faserzüge markloser Nervenfädchen vor. Hier liegen sie aber seltener und mehr zurück, zum Theil geradezu unter der lamina spiralis ossea. Die von A. Böttcher l. c. fig. IV. B, B abgebildeten Faserzüge, welche auch er für nervöser Natur erklärt, gehören hierher. Wie sie an diese Stelle gelangen und über das weitere Schicksal derselben vermag ich nichts auszusagen.

denselben anhängen und zum Theil eng mit ihnen verbunden sind. Sie bleiben nach obigen Angaben einige als sicher, andere als höchst wahrscheinlich nervöser Natur bestehen. Die Corti'schen Fasern mit den von mir hinzugefügten accessorischen Gebilden gleicher Natur können als ein Stützapparat für die eingewebten und aufgelagerten zelligen Gebilde und zuleitenden Nervenfasern betrachtet werden. Aber nicht bloss als einen Stützapparat möchte ich die Corti'schen Fasern betrachtet wissen; es dürfte denselben eine höhere Bedeutung zuzuschreiben sein. Offenbar begünstigt die eigenthümlich gebogene Lage dieser Fasern, ihre Befestigung auf der membrana basilaris mit einem Ende, ihre Steifigkeit und Elasticität, welche sie nach allem, was man sehen kann, besitzen, das Zustandekommen von Schwingungen derselben, welche die Perception der Schallwellen begünstigen können, wenn die percipirenden Elemente in möglichst nahe Verbindung mit denselben gebracht werden. Die eigenthümliche Lage gewisser Nervenzellen in den Winkeln gabelförmig sich theilender Stäbchen, oder eingeklemmt zwischen lamina spiralis und gebogene Faser dürfte eine solche Annahme noch mehr rechtfertigen, welche zunächst freilich noch, so lange die anatomischen Verhältnisse nicht genauer erforscht sind, ganz in das Gebiet der Hypothese gehört. Wo aber weder das Experiment heranreicht, noch auch, wie hier vorauszusetzen, Erfahrungen über pathologische Verhältnisse bald eine Aufklärung geben dürften, mag eine solche, wenn sie das betreffende Gebilde aus dem Zustande des rein Curiösen heraushebt, am Platze sein.

Erklärung der Tafel XIV.

Fig. 1. Gehörsäckchen in Verbindung mit den Nerven von *Raja clavata* bei nicht ganz doppelter Vergrösserung von der Bauchseite gezeichnet; a. Ampulle des vorderen; b. Ampulle des hinteren; c. Ampulle des unteren halbcirkelförm. Canales; d. kleiner Otolithensack; e. grosser Otolithensack; f. kleiner Anhang desselben; g. nervus glossopharyngeus; h. nervus acusticus; i. nervus trigeminus cum faciali; kk. Gehirn.

Fig. 2. Ampulle von *Raja clavata* geöffnet mit dem Nerven a und der crista acustica b. Vergrösserung etwa 20.

Fig. 3. Durchschnitt durch die Mitte der crista acustica von *Spinax acanthias*, aa' Ampullenwand, bei a' tritt der Nerv in einzelne Primitivfasern auseinander, welche sich in der crista acustica bis unter das gelbe Epithel des Kammes derselben erheben. Vergröss. 100.

Fig. 4. Freie Oberfläche des Epithels des Kammes der crista acustica mit den Härchen von *Raja clavata* in liquor cerebrospinalis. Vergr. 330.

Fig. 5. Die Härchen tragenden Blasen aus dem Epithel der crista acustica; a u. b vom Hecht, erstere nach kürzerer, letztere nach längerer Einwirkung von Wasser; c. von *Raja clavata* nach mehrstündiger Behandlung mit concentrirter Lösung von Kali bichrom. Vergr. 330.

Fig. 6. Theil des Epithelialüberzuges der crista acustica von *Raja clavata* nach längerer Erhärtung in Kali bichrom. Die Härchen tragenden Gebilde stehen zum Theil als gestielte, Blasen über die Oberfläche des Epithels hinaus. Vergr. 330.

Fig. 7. Epithelialgebilde des Kammes der crista acustica dem von 2 markhaltigen Nervenfasern durchsetzten Bindegewebe d aufruhend; aa. Fadenzellen, bb. Cylinderzellen, c. Basalzellen. Vergr. 330.

Fig. 8. Theil des vom Epithel entblössten Kammes der crista acustica von *Raja* mit den zwischen den Epithelzellen sich in feinste Fäserchen auflösenden Axencylindern dreier markhaltiger Nervenfasern. Vergr. wie vorher.

Fig. 9. Ebendasselbe, der über das Bindegewebe hinausragende Theil der Nervenfaser ist von Zellen eingehüllt, welche den Fadenzellen der fig. 7 gleichen.

Fig. 10. Theil des Epithelialüberzuges der im grossen Otolithensack des Hechtes neben der Nervenleiste gelegenen Zonen mit Pflasterzellen und Cylinderzellen mit sternförmigem Querschnitt, von der Fläche gesehen.

Fig. 11. Dasselbe von der Seite gesehen. Vergr. 330.

Fig. 12. Theil des Epithelialüberzuges vom Rande der Nervenleiste vom kleinen Otolithensack des Rochen.

Fig. 13. Ebenso vom grossen Otolithensack des Rochen. Vergr. 330.

Fig. 14. Flächenansicht der Mitte der Nervenleiste aus dem grossen Otolithensack vom Hecht, abwechselnd die Enden der Cylinderzellen und der Fadenzellen zeigend. In liquor cerebrospin. Vergr. 330.

Fig. 15. Oberfläche des grossen Otolithensackes vom Hecht nach Chromsäurebehandlung im Querschnitt mit vorragenden kleinen Zapfen und gestielten Bläschen, welche durch Quellung der peripherischen Enden der Fadenzellen entstanden zu sein scheinen. Vergr. 330.

Fig. 16. Querschnitt des grossen Otolithensackes vom Hecht bei 3maliger Vergrösserung mit dem Nerven und seiner Endausbreitung aa und dem Otolithen c; bb ist die Wand des Otolithensackes.

Einige Bemerkungen über die Beckenknochen der beschuppten Amphibien.

Von

CONSTANTIN GORSKI, Mag. phil.

In einer von mir im Jahre 1852 veröffentlichten vergleichend-anatomischen Abhandlung (Ueber das Becken der Saurier. Dorpat. 4. H. Laakmann. Mit 2 lithographirten Tafeln.) habe ich aus den anatomischen Verhältnissen der Hart- und Weichgebilde eine neue, von der bisherigen verschiedene Deutung der Beckenknochen der Saurier entwickelt. Dieselbe besteht in Folgendem: Den von den Anatomen als os pubis angesehenen und mit dem gleichnamigen der Säugethiere und Vögel verglichenen Knochen halte ich für ein den Sauriern eigenthümliches os ileopectineum, welches dem tuber ileopectineum (eminentia ileopectinea) morphologisch entspricht, und hier, so wie das sonst als Fortsatz des Schulterblattes vorkommende os coracoideum bei den Monotremen und Vögeln, als ein besonderer Knochen auftritt. Ferner betrachte ich das sogenannte os ischii der Saurier für ein os pubis und das os ilium derselben für denjenigen Theil des entsprechenden Knochens der Säugethiere, der zur Bildung der Gelenkpfanne beiträgt, hier aber sich besonders nach hinten entwickelt hat und somit zum Theil die Bedeutung des Ramus descendens ischii gewinnt. Das os ischii fehlt gänzlich und wird (mit Ausnahme des Krokodils) zum Theil durch ein ihm morphologisch-homologes Gebilde, nämlich durch das von mir so genannte Ligamentum ischiadicum ersetzt, welches nach seinem Verlauf und seiner Lage zu den es umgebenden und von ihm entspringenden Muskeln hauptsächlich dem Ramus ascendens ischii entspricht.

Das Vorkommen dieses Ligaments, welches ich damals nur bei Monitor niloticus L. und Podinema Teguixin Wagl. zu beobachten Gelegenheit hatte, ist wahrscheinlich bei allen mit einem ausgebildeten Becken versehenen Schuppenechsen (Saurii squamati) vorhanden; denn ich habe es in Folge späterer Untersuchungen bei *Polychrus marmoratus* Cuv., *Tropidurus torquatus* Maxim., *Phrynocephalus helioscopus* Wagl., *Jguana delicatissima* Laur., *Lacerta agilis* Lin., *Lacerta viridis* Lin., *Agama colonorum* Daud., *Draco volans* Lin., *Platydactylus guttatus* Cuv., gefunden.

In Folge dieser meiner Deutung der Beckenknochen der Saurier ist auch der, zwischen den ossa ileopectinea (ossa pubis Aut.) und den ossa pubis (ossa ischii Aut.) eingeschlossene, oft durch einen knöchernen oder ligamentösen Fortsatz in zwei Hälften getheilte Raum, nicht als foramen obturatorium wie bisher, sondern als ein besonderes, von mir foramen cordiforme genanntes, aufzufassen. Als das foramen obturatorium würde man allenfalls den, zwischen dem hintern Theile des os ilium, dem ligamentum ischiadicum und dem hinteren Rande des os pubis (os ischii Aut.) sich befindenden Raum, ansehen können.

Die Gründe, die mich bewogen haben, zu einer von der allgemein üblichen so ganz verschiedenen Ansicht über die Beckenknochen der Saurier zu gelangen, habe ich in meiner Abhandlung genau und ausführlich auseinandergesetzt, wobei ich als Grundlage meiner Beweisführung sowohl die Hart- als Weichgebilde in Betracht gezogen habe. Keine aprioristische Idee, keine vorgefasste Meinung hat meine Untersuchungen geleitet. Ein blos oberflächlicher osteologischer Vergleich der Becken der Saurier mit denen der Säugethiere und Vögel erweckte in mir anfänglich das Misstrauen gegen die angenommene Deutung dieses Skelettheils bei den Sauriern, und die Lage der sogenannten ossa ischii und ossa pubis schien mir so wenig der Lage gleichnamiger Knochen bei anderen mit einem ausgebildeten Becken versehenen Wirbelthieren zu entsprechen, dass ich mich bewogen fühlte, das Becken der Saurier hinsichtlich der es umgebenden Weich-

theile, als Muskeln, Gefässe und Nerven einer genauen Prüfung zu unterwerfen. Dieselbe war aber in Folge des Mangels sowohl an speciellen Vorarbeiten auf diesem zootomischen Gebiet, als auch des dazu nöthigen Materials mit vielen Schwierigkeiten verknüpft. Herr Professor Dr. Carl Reichert, mein damaliger hochverehrter Lehrer, forderte mich seinerseits zu diesen Untersuchungen auf; indem er alles darauf bezügliche zootomische Material der Dorpater Sammlung mir zur Verfügung stellte. Ihm hauptsächlich habe ich es zu verdanken, dass es mir möglich gewesen ist, meine Aufgabe vermittelst einer Methode zu lösen, die bei der Entscheidung solcher Fragen von den wissenschaftlichen vergleichenden Anatomen unserer Zeit angewandt wird.

Es war mir höchst erfreulich, als ich, bei Beibehaltung der bisher angenommenen Deutung der Beckenknochen der Saurier, die Weichtheile am Becken der Saurier mit denen anderer Wirbelthiere verglich, auf merkwürdige Anomalien hinsichtlich der Lagerungsverhältnisse zu stossen; denn meine in Folge osteologischer Beobachtungen entstandenen Zweifel über die Richtigkeit dieser Deutung gewannen dadurch immer mehr Gewissheit. Es handelte sich jetzt bloss darum, welche neue Deutung die alte am richtigsten ersetzen würde? Eine genaue Analysis des Beckens mit seinen Weichtheilen bei den Wirbelthieren, den Menschen nicht ausgeschlossen, führte mich bald zu der Erkenntniss, dass das Vorkommen des os ileopectineum als besonders stark entwickelte Eminentia ileopectinea, so wie das Fehlen des os ischii, welches bei den meisten Sauriern durch das Ligamentum ischiadicum ersetzt wird, durchaus charakteristische und in der Natur begründete Merkmale seien. Vorurtheilsfrei, ohne weiteres Bedenken habe ich auch diese Ansicht hinsichtlich der Deutung der Beckenknochen der Saurier ausgesprochen, und dieselbe durch das Veröffentlichen meiner Abhandlung der gelehrten Welt zur Prüfung und Kritik vorgelegt.

Einige Jahre sind seitdem vergangen, und es hat sich meine Ansicht noch wenig Eingang in die zoologischen und vergleichend-anatomischen Schriften verschaffen können. Das

einzige Werk, in welchem der Verfasser mit mir übereinzustimmen scheint, ist das ausgezeichnete, allgemein anerkannte Handbuch der Zoologie von J. van der Hoeven (deutsche Uebersetzung nach der II. holländischen Ausgabe. 8. Leipzig. Voss, 1852—1856). — Der Verfasser sagt bei Beschreibung des Beckens der Eidechsen (II. B. pag. 220 unten): „Nach den Untersuchungen von Constantin Gorski über das Becken der Saurier, Dorpat 1852. 4., entsprechen übrigens diese sogenannten Sitzbeine der Eidechsen morphologisch den Schambeinen der höheren Wirbelthiere, während die sogenannten Schambeine als eigenthümliche ossa iliopectinea anzusehen sein möchten. Das Sitzbein fehlt bei den Eidechsen wenigstens als Knochen. Es ist vom sogenannten Ligamentum ischiadicum vertreten." Die übrigen Schriftsteller gingen mit Stillschweigen darüber hinweg, ohne meine Untersuchungen zu prüfen und irgend welchen Gegenbeweis zur Widerlegung meiner Ansicht zu führen, sofern sie dieselbe etwa nicht begründet genug finden sollten.

Als aber die langersehnte zweite Auflage des Handbuches der Zootomie von Siebold und Stannius 1856 erschien, war ich nicht wenig erstaunt zu lesen, dass Stannius die alte Deutung der Beckenknochen der Saurier beibehalten hat, und, obgleich ihm meine Abhandlung bekannt ist, ohne Thatsachen oder anderweitige Gründe beizubringen, sich folgendermassen darüber äussert: „eine unter Reichert's Leitung erschienene Abhandlung von Constantin Gorski, über das Becken der Saurier, Dorpat 1852. 4., mühet sich ab, den Beweis zu führen, dass die ossa pubis als ossa iliopectinea, die ossa ischii als ossa pubis aufzufassen seien (s. 2tes Heft §. 43 pag. 78. 2) unten).

In dieser Aeusserung, welche noch dazu in einem so hochgeschätzten Handbuche gemacht wurde, liegt etwas polemisches, was mich um so mehr befremden musste, als ich mir nicht bewusst bin in meiner Abhandlung Herrn Stannius irgendwie zu nahe getreten zu sein. Das Verletzende der Aeusserung scheint aber eine noch grössere Tragweite in sich zu enthalten, da sie zugleich der Beziehungen meines hoch-

geehrten Lehrers zu der Arbeit gedenkt. Man mag mir, dem dankbaren Schüler, gestatten, über diesen letzten Punkt stillschweigend um so mehr hinwegzugehen, als das allgemeine Urtheil über die wissenschaftlichen Leistungen des Professors Dr. Reichert dadurch keinesweges beeinträchtigt werden kann.

Was mich persönlich anbetrifft, so wird jeder vorurtheilsfreie Leser mir zugestehen, dass ich Grund habe, die angeführte Aeusserung des Prof. Stannius als eine wenigstens unpassende zu bezeichnen. Sie kann unmöglich auf den Charakter eines wissenschaftlichen Urtheils Anspruch machen; denn sie enthält in sich viel eher die Tendenz, meine neue Ansicht zu tadeln und als werthlos ohne weiteres zu verwerfen, als die Intention, dieselbe einer Prüfung zu unterwerfen — was doch bei jeder wissenschaftlichen Kritik der allein mögliche Weg ist, auf dem Forscher, bei den Verschiedenheiten ihrer Meinungen, zu einer Ausgleichung und einem gegenseitigen Verständniss gelangen können. Indem ich die Hoffnung habe, dass die Naturforscher meine Abhandlung einer möglichst genauen und gerechten Kritik unterwerfen werden, hege ich in mir das Bewusstsein, mich nicht umsonst „abgemüht" zu haben, sondern auf gewissenhaftem Wege, durch einen geschickten Forscher geleitet, zur Lösung meiner Aufgabe geschritten zu sein, und dadurch einen, wenn auch kleinen Beitrag zur Erweiterung unserer Kenntnisse auf diesem Gebiete der vergleichenden Anatomie geliefert zu haben.

Hinsichtlich der Aehnlichkeit des Beckens der Saurier mit dem der Chelonier habe ich schon damals die Vermuthung ausgesprochen, dass sich die Beckenknochen der letzten auf dieselbe Weise würden deuten lassen. Jetzt aber, nachdem ich die Lagerungsverhältnisse der Hart- und Weichgebilde am Becken der Chelonier untersucht habe, bin ich zu der Ueberzeugung gelangt, dass meine oben genannte Deutung auch auf diese Amphibienordnung passt. Die Verschiedenheiten, die man wahrnimmt, beeinträchtigen keinesweges die Uebereinstimmung, denn sie hängen bloss mit gewissen Un-

terschieden in der Bewegungsart beider Amphibienordnungen zusammen.

Was nun zunächst die Hartgebilde anbetrifft, so ist das Becken der Chelonier insofern von dem der Saurier verschieden, als bei den Fluss- und Landschildkröten die ossa iliopectinea (ossa pubis Auct.), welche sich bedeutend nach vorn und innen ausgebreitet haben, nicht nur mit einander, sondern auch mit den an der Symphysis ossium pubis hervortretenden Fortsätzen der ossa pubis (os. ischii Auct.) verbunden sind, und somit wird das sonst einfache foramen cordiforme (for. obturatorium Auct.) in zwei rundliche Oeffnungen getheilt. Bei den Seeschildkröten, bei welchen das os iliopectineum die höchste Ausbildung erreicht und an Grösse alle übrigen Beckenknochen übertrifft, ist dagegen das foramen cordiforme wie bei vielen Sauriern nur durch ein Ligament getheilt. Sonst tragen bei den Schildkröten wie bei den Schuppenechsen alle drei Knochen zur Bildung der Gelenkpfanne bei, und die ossa iliopectinea haben an ihren äussern Rändern die ihnen eigenthümlichen Fortsätze, die ich bei der Beschreibung des Beckens der Saurier processus der ossa iliopectinea genannt habe.

Das Ligamentum ischiadicum ist zwar in der Art wie bei den Sauriern nicht ausgebildet — aber wenn man das Brustbein einer Schildkröte abgenommen hat, so erblickt man an der Stelle, wo die Schenkelmuskeln durch eine gebogene, von mir Schenkeldammbuge genannte Furche von den Schwanzmuskeln abgegrenzt werden, eine breite starke Fascia. Diese geht nach vorn in ein kräftiges Faserband (Ligament)[1] über, welches von der Spitze des processus ossis iliopectinei nach innen und hinten zum hinteren Fortsatz des os pubis (os ischii Auct.) und sogar bis zur Symphysis oss. pubis (oss. ischii Auct.) verläuft. Mehrere Muskeln entspringen von diesem Ligament und hauptsächlich die Beuger des Unterschenkels

1) Dieses Ligament ist von Meckel in seinem „System d. vergl. Anatomie", S. 1828. Halle III. Band p. 259 beschrieben. Bojanus (Anatome Testudinis Europaeae) nennt es Ligamentum pubis ischiadicum.

kels. Für meine Behauptung ist es wichtig, dass es wieder in ähnlicher Weise wie bei den Sauriern Muskeln sind, die sich an die innere Fläche der Tibia ansetzen, und somit den M. semimembranosus und semitendinosus entsprechen. Wir wissen ferner, dass bei den Wirbelthieren mit einem ausgebildeten Becken diese Muskeln gewöhnlich vom Tuber ischii entspringen. Es haben sich also dieselben, zum Ersatz für das nicht vorhandene os ischii und das Tuber, hier das genannte Ligament zur Anheftungsstelle gewählt.

Zieht man in Betracht, dass ganz ähnliche Muskeln bei den Sauriern vom Ligamentum ischiadicum entspringen, und dasselbe dort auch zur Symphysis oss. pubis (oss. ischii Auct.) nach vorn heraufgeht — so habe ich kein weiteres Bedenken, dieses, am Becken der Chelonier vorkommende Ligament, und namentlich seinen hinteren aponeurotischen Theil, für ein Analogon des Ligamentum ischiadicum der Saurier zu halten.

Vergleicht man die Beckenmuskeln der Chelonier mit denen der Saurier, so zeigen sie nicht nur in Bezug auf ihre Ursprungs- und Anheftungsstellen, sondern auch auf ihren Verlauf und sogar ihre Zahl, sehr viele Uebereinstimmungen mit einander, wenn auch die Anordnung, namentlich der Unterschenkelmuskeln bei den Sauriern — was schon Meckel hervorhebt — complicirter als bei den Cheloniern ist.

Es wäre überflüssig, wollte ich eine detaillirte Beschreibung der Muskeln am Becken der Schildkröten geben, denn wir besitzen schon ganz genaue Angaben über dieselben in den anatomischen Werken von Wiedemann, Meckel und namentlich von Bojanus. — Der Uebersicht wegen werde ich aber einige für meine Beweisführung wichtige Muskeln anführen.

Was nun zunächst die Beuger des Oberschenkels anbetrifft, so haben wir bei den Cheloniern wie bei den Sauriern starke Muskeln, die dem iliacus internus analog sind, und zum Theil vom os ilium, zum Theil von der oberen Fläche des os pubis (os ischii Auct.) entspringen. Die Analoga des M. pectineus nehmen ihren Anfang von der ganzen unteren

Fläche des os iliopectineum (os pubis Auct.), wie bei den Sauriern.

Die Adductoren des Oberschenkels entspringen von der Symphysis oss. pubis (ossa ischii Auct.) und von einer Membran, die das von mir sogenannte foramen cordiforme (foramen obturatorium Auct.) überzieht.

Die Beuger des Unterschenkels, Analoga der M. M. biceps, semitendinosus und semimembranosus, entspringen von dem vorderen Theile der dem Ligamentum ischiadicum der Saurier entsprechenden Fascia, welche daselbst als faseriges Band (Ligamentum pubis ischiadicum Bojanus) ausgebildet ist.

Die Adductoren und Roller des Unterschenkels, Analoga des Gracilis, nehmen vom os pubis (os ischii Auct.) ihren Anfang.

Zieht man alle diese Momente in Betracht, so ist zu ersehen, dass, wenn man die alte Deutung der Beckenknochen der Chelonier beibehalten wollte, man auf dieselben Inconsequenzen und Anomalien, hinsichtlich der sonst bei Wirbelthieren vorkommenden Anordnung der Beckenmuskeln stossen würde, wie ich es bereits bei der Beschreibung der Beckenknochen der Saurier ausführlich besprochen habe.

Schliesslich müssen, als nothwendige Folge meiner Deutung der Beckenknochen der beschuppten Amphibien, beim Vergleich des Schultergürtels mit dem Beckengürtel die Homologien anders ausfallen als nach der bisherigen Deutung. Ein Blick auf die beiden Gürtel dieser Amphibien lehrt, dass die Schulterblätter den ossa ilii — die furcula (ossa clavicularia) den ossa iliopectinea, und die ossa coracoidea den ossa pubis entsprechen.

Beiträge zur Osteologie des surinamischen *Manatus*.

Von
Prof. Dr. Krauss in Stuttgart.

Schon seit vielen Jahren werden mir durch einige Sammler naturhistorische Gegenstände aus entfernten Ländern zugeschickt, die theils für das k. Naturalienkabinet in Stuttgart bestimmt, theils durch meine Vermittelung an mehrere naturhistorische Anstalten gelangt sind. Die reichhaltigste Ausbeute im Gebiete der Zoologie lieferte Herr A. Kappler aus der holländischen Kolonie Surinam. Seinen Bemühungen ist es zu danken, dass in dem Zeitraum von zwölf Jahren sieben Museen mit *Manatus* aus den surinamischen Flüssen, namentlich aus dem Marowynefluss, versehen werden konnten, und dass es mir möglich geworden ist, die nachstehenden Untersuchungen und Messungen an diesem immer noch seltenen Thier zu geben.

Die Schädel und Skelette der *Manatus*, welche ich hier benutzen konnte, habe ich mit Nummern versehen und werde nun, wenn eine Vergleichung vorgenommen werden sollte, angeben, in welchen Museen sie zu finden sind. Es ist ein ausgestopftes Thier, ein Männchen nach Kappler*), ein, übrigens nicht zu diesem ausgestopften Exemplare gehöriges

*) Wegen des Geschlechtes muss ich mich auf die Angaben von Kappler beschränken, da es an den getrockneten Bälgen nicht mehr zu erkennen war, weshalb es sehr zu bedauern ist, dass es nicht bei allen angegeben werden kann. Die bestimmten Angaben bei einigen Thieren können aber als zuverlässig angenommen werden, weil Kappler bei diesen auch die Geschlechtstheile in Weingeist mitgeschickt hat.

Skelet eines alten Thieres (in nachstehendem Aufsatz mit Nr. I. bezeichnet) und ein Schädel eines jungen Thieres (Nr. IV.) in dem k. Naturalien-Kabinet in Stuttgart, ferner ein ausgestopftes altes Thier sammt Skelet (Nr. II.) im Museum in St. Petersburg, das dritte (Nr. III.), wahrscheinlich ein Männchen, in dem zoologischen Museum der Universität in Kopenhagen, das vierte, dessen Skelet (Nr. V.) nach Kappler ein Männchen ist, und ein Schädel eines jüngeren Thieres (Nr. VI.) in Tübingen, das fünfte, ein Weibchen (Nr. VII.), in Würzburg, das sechste (Nr. VIII.) und ein einzelner Schädel ohne Schläfenbein (Nr. IX.) in Freiburg i. B., das siebente (Nr. XI.) im Museum in Berlin und noch ein einzelner schadhafter Schädel (Nr. X.) im Museum in Wiesbaden aufgestellt.

Von diesen aufgezählten, sämmtlich surinamischen *Manatus* habe ich die drei ersten Skelette und die Schädel Nr. I. bis X. selbst untersucht, was mir nur durch die Gefälligkeit der Herren Professoren Dr. Leydig, Kölliker, Ecker und Kirschbaum ermöglicht wurde, indem sie mir die Schädel Nr. V. bis X., welche sie früher durch mich bezogen hatten, auf's Bereitwilligste überschickten, und sowie Hr. Dr. E. v. Martens mir die hier angeführten Maasse und Notizen über die Skelette Nr. V., VII., VIII. und XI. mittheilten. Die Maassverhältnisse über die einzelnen Theile des Schädels und des Skelets sind in der angeschlossenen Tabelle gewissenhaft niedergelegt.

Ueber die Grösse der ausgestopften *Manatus* will ich hier angeben, dass das ausgestopfte Thier Nr. I. 227, Nr. II. 210, Nr. III. 217, Nr. V. 206 Centimetres lang ist.

Bei der Schwierigkeit, diese Thiere in einem heissen Lande zu conserviren und nachher die dicke, sehr schwer zu behandelnde Haut auszustopfen, ist es nicht möglich, die natürliche Gestalt wieder genau herzustellen, daher ich die Angabe der übrigen Maasse unterlassen kann. Ich wollte nur die Länge angeben, um zu zeigen, welche Grösse die *Manatus* in Surinam erreichen, da nach dem Skelet und dem Gebiss der hier beschriebenen Thiere anzunehmen ist, dass

einige davon erwachsenen, zum Theil sogar alten Thieren angehört haben. Nach Kappler wird *Manatus* 8, höchstens 9 (holländische?) Fuss lang, hält sich nicht im Meer, sondern im süssen Wasser auf und nährt sich von den am Ufer herabhängenden Zweigen einer stacheligen Papilionacee mit violetten Blüthen (Brandimakka der Indianer) und von den Früchten von *Caladium arborescens*, das ebenfalls am Ufer wächst.

Zu annähernder Bestimmung des Alters der untersuchten Thiere giebt vielleicht das Getrennt- oder Verwachsensein des Hinterhaupts-, Scheitel- und Keilbeins einige Anhaltspunkte. An allen Schädeln sind die Scheitelbeine nicht nur unter sich, sondern auch mit dem Hinterhauptstheil des Hinterhauptsbeins vollständig und wahrscheinlich sehr frühzeitig verwachsen, da nur an dem Schädel Nr. VI. und selbst an dem jüngsten Nr. IV. die frühere Trennung nur noch an den Seiten der Hinterhauptsleiste, welche unmittelbar an der Lambda-Naht liegt, angedeutet ist. Dagegen bleibt der Hinterhauptstheil von dem Gelenktheil des Hinterhauptsbeins vollkommen getrennt, nur an den Schädeln Nr. IX. und X. sind sie in der Mitte der Hinterhauptsschuppe vollständig verwachsen, an dem Schädel Nr. III. im Verwachsen begriffen. Ferner ist der Gelenktheil an den Schädeln Nr. IV., V., VII. und VIII. nicht nur in seiner Mittellinie für sich, sondern auch von dem Grundtheil getrennt, an Nr. VI. in der Verwachsung begriffen und an Nr. I., II., III., IX. und X. vollständig verwachsen; ebenso ist der Grundtheil mit dem Keilbein, mit Ausnahme des jüngsten Schädels Nr. IV. und des jüngern Nr. VIII., bei welchen die Trennung noch vollkommen ist, an allen übrigen Schädeln vollständig verwachsen. Hierdurch wird die Ansicht von Cuvier, dass der Grundtheil früher mit dem Körper des Keilbeins als mit dem Gelenktheil verwächst, bestätigt.

Wollte man nach der Verwachsung der eben beschriebenen Schädelknochen eine Eintheilung des Alters der Thiere unternehmen, so würden die Schädel Nr. IX. und X., hierauf Nr. I., II. und III. den ältesten Thieren angehören, dann würden

Nr. VI. (was freilich zu der später nach dem Gebiss aufgestellten Reihenfolge nicht ganz passt), hernach Nr. VII. und V. folgen und nach einem grösseren Zwischenraum Nr. VIII. und zuletzt Nr. IV. kommen. Mit dieser Eintheilung würde das später erwähnte Längenverhältniss des Gesichtstheils ebenfalls übereinstimmen.

Ich lasse nun die Beschreibung und Vergleichung der oben aufgezählten Schädel folgen, womit es mir vielleicht gelungen ist, einen Beitrag zur Lösung der verschiedenen Ansichten über einzelne Knochen, sowie der immer noch nicht entschiedenen Frage, ob eine oder zwei Arten von amerikanischen *Manatus* anzunehmen sind, geliefert zu haben. In der Beschreibung der einzelnen Theile des Skelets kann ich mich kurz fassen, da diese durch G. Cuvier und andere Gelehrte und zuletzt mit anerkannter Sachkenntniss durch meine hochverehrten Freunde, H. Stannius und W. Vrolik in ihren vortrefflichen Arbeiten: Beiträge zur Kenntniss der amerikanischen Manati's, Rostock 1845" und „Bijdrage tot de Natuur- en ontleedkundige Kennis van den Manatus americanus (Bijdragen tot de Dierkunde. Amsterdam 1848—1854) gegeben sind.

Zu den Untersuchungen über 2 Schädel und 2 Skelette des amerikanischen *Manatus*, welche Dr. G. v. Jäger in seinen osteologischen Bemerkungen (Nov. Acta Acad. Natur. Curios. Vol. XXVI. P. 1.) veröffentlicht hat, habe ich zu bemerken, dass der daselbst beschriebene Schädel A. in dieser Arbeit mit Nr. IV., das Skelet D. mit Nr. I. bezeichnet ist. Der Schädel B. ist, seinen Maassbestimmungen nach, der nach Wiesbaden abgegebene, hier mit Nr. X. bezeichnete, das Skelet eines Weibchens C. kann wohl kein anderes als das Würzburger (Nr. VII.) sein, obwohl die Maase nicht ganz übereinstimmen. Ueber das Geschlecht des Skeletes D. (Nr. I.) muss ich noch hinzufügen, dass dieses Skelet nicht zu dem ausgestopften männlichen Thier des k. Naturalien-Kabinets, sondern zu dem ausgestopften Thier in Tübingen gehört, von dem das Geschlecht nicht bekannt ist.

Die Schädel des *Manatus* zeichnen sich durch ihr grosses Gewicht und durch die Veränderlichkeit der einzelnen Knochen in Gestalt und Grösse aus. Schon beim flüchtigen Ueberblick ist es auffallend, dass die grösste Höhe der Schädel mit Unterkiefer, bei Nr. I. mit 20, bei Nr. III. mit 19 und Nr. X. mit 18,5 C. M.[1]), auf die leistenförmigen Fortsätze des Scheitelbeins, welche auf dem Schädeldach den hintern Rand der Stirnbeine umfassen, fällt, während die grösste Höhe bei allen übrigen Schädeln, die 18 bis 19, bei dem jüngsten Nr. IV. nur 16 C. M. ist, an der hervorragenden knorrigen Querleiste der Verbindung des Hinterhauptsbeins mit dem Scheitelbein liegt.

Da die Ober- und Unterkiefer mit ihren Zahnreihen und Gelenken ohne Gelenkknorpel nicht genau zusammengepasst werden können, so können auch an den macerirten Schädeln keine richtigen Höhenmaasse genommen werden, ich habe daher den Schädel auch ohne Unterkiefer, auf dem Zwischenkiefer und dem Flügelfortsate des Keil- und Gaumenbeins ruhend, gemessen.[2]) Daraus hat sich ergeben, dass die Schädel Nr. I., III. und X. ohne Unterkiefer vorn am Scheitelbein 14,0 und 12,5 C. M. hoch, die übrigen an der Hinterhauptsleiste, und zwar bei Nr. II. 13,4, Nr. IV. 12,3, Nr. V. 11,9, Nr. VI. 13,0, Nr. VII. 11,4, Nr. VIII. 11,7 und bei Nr. IX. 13,8 C. M. hoch sind.

Ebenso veränderlich ist das Schädeldach sowohl in der Breite, als auch in der Wölbung, wahrscheinlich je nach dem

---

1) Die Maasse sind durchgehend nach Centimetres angegeben.

2) Die Schädel wurden nämlich auf einen Maassstab in eine viereckige, hochwandige Schieblade gelegt, mit der Oberfläche der beiden Gelenksköpfe des Hinterhaupts an die eine, mit der äussersten Fläche des Jochfortsatzes des Schläfenbeins an die andere Seite der Schieblade rechtwinkelig angepasst. Durch senkrecht auf den Maassstab gezogene Linien konnte alsdann die Länge und Breite der Schädel ganz genau abgelesen werden. Für alle übrigen Maasse bemerke ich zugleich, dass sie mit einem Kaliber-Maassstab genommen wurden, und dass ich bei den paarigen Knochen, die fast immer unter einander ungleich sind, stets den grösseren Knochen gemessen habe.

Alter und Geschlecht der Thiere. Was die Wölbung betrifft, so ist der auch in anderer Beziehung merkwürdige Schädel Nr. II. von allen am meisten verflacht. Ihm zunächst stehen die Schädel Nr. V. und dann Nr. IX. und X.; am meisten gewölbt sind die Schädel Nr. I., III., IV. und VI. In welcher Weise das Schädeldach in der Breite variirt, ist auf der Tabelle aus den Maassverhältnissen der Breite der Stirnbeine ersichtlich, auf die ich überhaupt für alle übrigen Maasse hinweise. Nach diesen hat das jüngste Thier Nr. IV. und das ältere Thier Nr. VI. das breiteste, das Weibchen Nr. VII. und das ausgewachsene Thier Nr. III. das schmalste Dach des Hirnkastens. Will man noch nach den in der Tabelle gegebenen Maassen der Länge der Schädelhöhle, der Höhe des Hinterhauptsbeins und vielleicht der Breite des Keilbeins zwischen beiden Schläfenbeinen annäherungsweise auf die Grösse der Schädelhöhle einen Schluss ziehen, so würden die Schädel Nr. I., III., IV. und X. die grösste, Nr. V. und VIII. die kleinste Schädelhöhle haben.

Nach diesen allgemeinen Angaben über den Schädel dürfte es angemessen sein, einige Bemerkungen über das Hinterhauptsbein selbst vorauszuschicken, ehe ich die Abweichungen dieses Knochens an den verschiedenen Schädeln zusammenstelle. Die schmale Pars occipitalis bildet den obern Theil der hintern Fläche des Schädels und legt sich bei den meisten Schädeln mit einem convexen Rand an den Gelenktheil an, nur an den Schädeln Nr. VII. und VIII. reicht sie mit einer Spitze zwischen die seitlichen Hälften des Gelenktheils herein, Nr. VII. sogar bis fast an den obern Rand des Hinterhauptsloches herab. Von ihrem untern Rand steigt in der Mittellinie eine starke Leiste aufwärts und geht oben in die stark hervorragende Querleiste über, welche bis zum äussern abgerundeten Rand verläuft. Vor dieser Querleiste nimmt die P. occipitalis noch mit einem sehr schmalen Theil an der Bildung des Schädeldachs Theil und verwächst sehr früh mit den Scheitelbeinen. Der äussere Rand der P. occipitalis legt sich mit seinem vordern Theil an das obere Ende der Schläfenbeinschuppen an, während der hintere Theil durch das an allen Schädeln ver-

handene Loch frei bleibt, welches, bis 4 C. M. lang und $1^1/_2$ C. M. breit, nach hinten durch einen kleinen Theil des oberen Randes der Pars condyloidea, nach aussen durch das Felsenbein und nach vorn durch einen sehr kleinen Theil des hintern Randes der Schläfenbeinschuppe begränzt ist. Die beiden sehr breiten Part. condyloideae bilden mit ihrer mittleren Platte den untern Theil der hintern Fläche des Schädels. Die Process. condyloidei sehen nach hinten und divergiren nach oben. Die Pars basilaris ist schmal und nur durch den vordern 2,1 bis 3,0 C. M. breiten Theil mit dem Keilbein und durch 2 hintere divergirende Aeste mit der Pars condyloidea verbunden.

Das Hinterhaupt der auf dem Unterkiefer ruhenden Schädel dacht sich am steilsten bei Nr. III., V., VIII. und X., am geringsten bei Nr. I. und IX. ab. Das Hinterhauptsloch ist am weitesten an den Schädeln Nr. III., VII. und X., am kleinsten an Nr. I., II. und VIII.; es ist an Nr. III., VI. und besonders an Nr. X. am meisten nach unten gerichtet; an Nr. I., II. und IX. am höchsten stehend und daher gerade nach hinten gerichtet. Der untere Rand des Hinterhauptsloches, durch den hinteren Rand des Grundtheils gebildet, zeigt gewöhnlich einen abgerundeten Ausschnitt, bei Nr. II. aber eine schmale tiefe Bucht.

Die Querleiste des Hinterhaupts ist nicht an allen Schädeln gleich gestaltet. An den meisten ist nämlich, wie auch die Abbildungen von Schlegel, Blainville und Vrolik zeigen, zu jeder Seite des mittleren stärksten Höckers noch eine Hervorragung vorhanden, die aber an den Schädeln Nr. V. und VI., bei welchen die Hinterhauptsleiste einfach bogenförmig ist, fehlt.

Das Schädeldach wird durch die unter sich verwachsenen Scheitelbeine und durch die Stirnbeine gebildet. Beide nehmen durch eine steil abfallende Wand an der Bildung der Schläfengrube Theil. Das Scheitelbein ist nämlich mit seinem dreieckigen absteigenden Theil zwischen die Schuppe des Schläfenbeins und den absteigenden Theil des Stirnbeins eingekeilt und stösst mit seinem untern Rand, der von 1 bis 3 C. M.

breit ist, an den grossen Flügel des Keilbeins. Das Stirnbein steht an seinem hintern Rand mit dem Scheitelbein, an seinem untern Rand mit dem grossen Flügel und dem schwertförmigen Fortsatz des Keilbeins, mit dem Gaumenbein und mit einer vom Alveolarfortsatz des Oberkiefers aufsteigenden Lamelle in Verbindung. Bald im vordern Theil des Schläfenfortsatzes des Gaumenbeins, bald an dessen vorderem Ende ist ein grosses Loch, das in die Rachenhöhle führt.

Das Schädeldach ist auf seiner ganzen Länge jederseits durch eine Leiste eingefasst, welche von der äussern Ecke der Querleiste des Hinterhaupts am Rande des Schädeldachs bis zum Augenhöhlenfortsatz des Stirnbeins läuft und nach dem Alter, vielleicht auch nach dem Geschlecht der Thiere sehr verschieden ist. Am stärksten sind diese Leisten an den Schädeln Nr. I., weniger erhaben an Nr. II., III., IX. und X., am schwächsten an den jüngeren Schädeln Nr. VI., IV. und VIII. Aber auch ihr Verlauf ist verschieden, denn an den Schädeln Nr. I., II., VII. und X. laufen die Leisten auf den Scheitelbeinen nach vorn in stark convergirender Richtung, indem sie sich bis auf eine Entfernung von $1^1/_2$ bis 2 C. M. nähern, divergiren alsdann bis zur Spitze der Fortsätze der Scheitelbeine und verlaufen an den alten Schädeln parallel, an den jüngern etwas nach vorn divergirend bis zur Nasenhöhle. Mit dieser Verschmälerung des Schädeldachs stehen ohne Zweifel die am hintern Rand in eine Spitze auslaufenden Stirnbeine in Einklang, wie sie nur die Schädel Nr. I., II., VII. und X. aufweisen, und Blainville bei M. australis (Osteogr. pl. III.) abgebildet hat. An allen übrigen Schädeln ist der hintere Rand der Stirnbeine gerade abgestutzt und das Schädeldach an dieser Stelle bedeutend breiter, am breitesten (4 C. M.) an den jüngeren Nr. IV. und VIII. Ueber die Breite der Stirne und der Stirnbeine zwischen der Spitze der beiden Fortsätze des Scheitelbeins giebt die Tabelle näheren Aufschluss.

Hier möge denn auch der Knochenschuppe auf dem Schädeldach zwischen den Scheitel- und Stirnbeinen Erwähnung geschehen, welche Dr. G. v. Jäger in seinen osteol. Bemer-

kungen l. c. p. 98. an dem Schädel unseres jüngsten Thieres IV. beschrieben und auf Taf. 6 fig. 1 b. abgebildet hat. Dieses Zwickelbein ist zwar schon mit den Scheitelbeinen verwachsen; aber die Sutur ist noch deutlich zu erkennen. Das Vorhandensein eines Zwickelbeins scheint indessen bei jungen *Manatus* nichts Ungewöhnliches zu sein, denn eine durch eine schwache Vertiefung umgrenzte Stelle an den jüngern Schädeln Nr. V., VI. und VIII. weist darauf hin, dass daselbst früher ebenfalls ein Zwickelbein vorhanden gewesen ist.

Weniger erklärlich ist es mir, warum die Stirnbeine gerade an den Schädeln der jüngeren Thiere mehr oder weniger unter sich verwachsen sind, während sie doch an den ältesten Nr. I., II., IX. und X. so sehr getrennt sind, dass sie klaffen und etwas beweglich sind. An dem jüngern Schädel Nr. VIII. ist diese Naht wohl noch sichtbar, aber dessen Stirnbeine sind bis auf eine kleine Strecke hinter dem vordern Rand und an dem jüngsten Nr. IV. vor und hinter dem durch G. v. Jäger beschriebenen Loch verwachsen; noch mehr aber ist dies der Fall an dem durch Vrolik (l. c. fig. 11) abgebildeten Schädel eines jüngern Thiers, bei welchem die Naht hinten gar nicht mehr zu erkennen ist.

Noch grössere Abweichungen zeigen aber die Stirnbeine an ihrem Augenhöhlenfortsatz, und es könnte die Frage entstehen, ob hier nicht ein Anhaltspunkt zur Unterscheidung der Species oder des Geschlechtes zu suchen ist. Dieser Fortsatz, der von dem platten Theil der Stirnbeine nach aussen tritt und unter verschiedener Gestalt das Dach der Augenhöhle bildet, zeichnet sich nämlich an dem Schädel Nr. II. vor allen andern durch seine Grösse, Gestalt, Flachheit und Verbindung mit den andern Fortsätzen, welche die Augenhöhle bilden, auf eine merkwürdige Weise aus. Aus der Entfernung von einer hintern Ecke der beiden Orbitalfortsätze der Stirnbeine zur andern (siehe Tabelle) ist schon ersichtlich, dass der Schädel Nr. II. an dieser Stelle viel breiter ist, als alle übrigen, hauptsächlich weil der Orbitalfortsatz des Schädels Nr. II. von der hinteren Ecke bis zu seinem innern, die Nasenhöhle begränzenden Rand 4,5 C. M.,

dagegen bei Nr. I. und III. nur 3,2, bei Nr. IV. und V. 2,6, bei Nr. IX. 2,4 und bei Nr. VII. sogar nur 2,0 bis 2,2 C. M. breit ist. In der Breite dieses Fortsatzes weicht Nr. IV. von dem durch Vrolik auf Taf. IV. fig. 11. abgebildeten jüngern Schädel, mit welchem er sonst äusserst viel Aehnlichkeit hat, bedeutend ab. Der Orbitalfortsatz von Nr. II. ist ferner auf seiner Oberfläche ganz flach, glatt und von fast gleichseitig-dreieckiger Gestalt, bei den andern dick, gewölbt, rauh und länglich, gewöhnlich mit wenig entwickelter hinterer Ecke. Zwischen diesen beiden Extremen steht der Schädel Nr. VI. mit seinem 3,6 C. M. breiten Orbitalfortsatz in der Mitte. Der Schädel Nr. II. unterscheidet sich aber noch vor allen andern dadurch, dass die hintere Ecke des Orbitalfortsatzes des Stirnbeins mit ihrem 1 C. M. breiten rauhen Ende an die aufsteigende Zacke des Orbitalfortsatzes des Jochbeins stossend vollständig den knöchernen Augenhöhlenring schliesst, während er bei den übrigen Schädeln 1—2 C. M. von dem Jochbein entfernt ist.

Das Schläfenbein besteht aus der Schuppe und dem Jochfortsatz. Der hintere Rand der Schuppe verbindet sich unten mit der Pars condyloidea des Hinterhauptsbeins durch eine starke Naht, lagert sich in der Mitte an das Felsenbein und steigt nach oben mit einer scharfen Ecke bis zur Leiste des Scheitelbeins herauf. Der vordere Rand der Schuppe gränzt oben an das Scheitelbein und unten an den grossen Flügel des Keilbeins. Von der obern Ecke der Schuppe läuft eine nach unten stärker werdende Leiste abwärts und endigt an ihrem untern Rande, der zur Aufnahme des Paukenbeins tief ausgebuchtet ist, mit einem starken Knorren. Von der Schuppe geht der ungewöhnlich aufgetriebene schwammige Jochfortsatz auswärts und an der äussern Seite der Schläfengrube gegen die Augenhöhle vorwärts. Dieser ist, häufig an einem und demselben Schädel, in Gestalt, Höhe, Dicke und Länge verschieden. Er ist gewöhnlich birnförmig, hinten höher und dicker als vorn, hinten 4 bis 5, bei Nr. III. sogar 5,5 C. M. hoch, nur am Schädel Nr. II. ist er hinten und vorn gleich, nämlich 4 C. M. hoch und in der Mitte eingedrückt.

Am längsten ist er an den Schädeln I. und II., nämlich 10,8 bis 11,4 C. M., gewöhnlich beträgt seine Länge 9 bis 9,5, an der jüngern Nr. IV. und VIII. nur 7,8 C. M. Am Ursprung des Jochfortsatzes ist auf der untern Fläche eine Grube und vor dieser eine schmale, längliche, schief nach vorn und aussen gerichtete Leiste als Artikulationsfläche für den Unterkiefer.

Auf der untern Fläche und am äussern Rande des Jochfortsatzes legt sich, aber beweglich, das Jochbein mit seinem schmalen hintern Fortsatz und seinem hohen platten Mittelstück an, welche zusammen die Schläfengrube nach aussen begränzen. Das hintere Ende des Jochbeins reicht bei Nr. III. bis zur Mitte des Jochfortsatzes des Schläfenbeins, bei der übrigen etwas weiter, bei Nr. I. und II. am weitesten nach hinten. Dadurch und durch die Gestalt des Jochfortsatzes kommt Nr. I. mit dem von Blainville abgebildeten *M. australis* (Osteogr. pl. III.) am meisten überein. Der vordere Theil des Jochbeins, der Orbitalfortsatz, bildet, unten und vorn auf dem äussern Rand des Jochfortsatzes des Oberkieferbeins aufliegend, den äussern Theil des Augenhöhlenbodens. An seinem hintern Ende uud vor dem hohen platten Mittelstück des Jochbeins steigt eine Zacke aufwärts, die in Gestalt und Grösse sehr verschieden ist. Gewöhnlich ist sie einfach, dick, stumpf und 1,5 C. M. lang, manchmal, wie an den Schädeln VI. und IX. und zwar auf der linken Seite aus einem eigenen vom Jochbein getrennten Knöchelchen bestehend, bei Nr. IV. zugespitzt, bei Nr. I. gezähnt und kurz, an den Schädeln I., IV., VII. und IX. sogar doppelt, indem sie hinten und innen durch eine gezähnte, über das Jochbein heraufsteigende Zacke dss Jochfortsatzes des Oberkieferbeins unterstützt wird. Die Entfernung der Zacke von dem Jochfortsatz des Schläfenbeins ist ebenfalls sehr verschieden, gewöhnlich beträgt sie 1 bis 1,5 C. M., am geringsten und nur 0,3 C. M. ist sie an dem Schädel VI., am grössten, nämlich 2,5 C. M. an dem Schädel III. Am merkwürdigsten und ausserordentlich entwickelt ist die Zacke an dem Schädel II. Hier schliesst sie, wie schon bemerkt, nicht nur mit dem

Orbitalfortsatz des Stirnbeins den Augenhöhlenring, sondern sie tritt auch mit einem noch höher und weiter rückwärtssteigenden Aste zwischen den Jochfortsatz des Schläfenbeins, den sie zugleich berührt, und den Orbitalfortsatz des Stirnbeins herauf. Dadurch unterscheidet sich der Schädel II. von allen mir bekannten Abbildungen, kommt aber in der Bildung des geschlossenen Augenhöhlenrings und des grossen dreieckigen Orbitalfortsatzes des Stirnbeins mit dem von Blainville in seiner Osteographie pl. III. als *M. senegalensis* abgebildeten Schädel, aber nicht mit dem von Cuvier (Recherch. 1836. pl. 120 fig. 4. 5) überein, nur ist dessen Profil auf dem Schädeldach stark gewölbt und dessen Nasenhöhle verhältnissmässig breiter.

Nach den eben beschriebenen Verschiedenheiten muss auch die Länge des knöchernen Augenhöhlenbogens des Jochbeins abweichen, wie sich denn auch ergab, dass die Entfernung von dem vordersten aufsteigenden Rand bis zum hintersten Ende der Zacke des Orbitalfortsatzes bei den Schädeln II. und X. 7,8, bei den übrigen 5,5 bis 6,3, bei Nr. IV. nur 4,7 C. M. ist, oder wenn die innere Wandung des Augenhöhlenbogens gemessen wird, diese bei Nr. II. und VI. 5, bei Nr. IV. und VIII. 3,6 bis 3,8, bei den übrigen 4,0 bis 4,4, bei Nr. X. 4,8 C. M. lang ist.

Ueber das Vorhandensein der Nasenbeine bei *Manatus* sind die Ansichten immer noch verschieden, was wohl daher kommen mag, dass die Schädel, wie es wenigstens an den bis jetzt erhaltenen surinamischen Schädeln der Fall war, stets in der Nähe der Nasenhöhle und häufig auch an dem zwischen den Augenhöhlenfortsätzen liegenden vordern Rand der Stirnbeine beschädigt sind, und dass die Nasenbeine bei der Maceration mit dem Knorpel der Nasenhöhle, in welcher sie häufig zu stecken scheinen, verloren gehen. Stannius (l. c. pag. 9) und W. Vrolik (l. c. pag. 63) haben die Ansichten von Cuvier, Blainville und Köstlin zusammengestellt. Blainville (Osteographie, pag. 44) und Köstlin (Bau des knöchernen Kopfes etc. Stuttg. 1844. pag. 78) sind nämlich der Ansicht, dass die Nasenbeine sehr frühzeitig unter sich

und mit den Stirnbeinen verwachsen; ersterer schickt (Osteogr. pag. 38) noch voraus, dass die Nasenknochen, fast rudimentär, nur eine einfache Apophyse des Stirnbeins zu bilden scheinen. W. Vrolik schreibt (l. c. p. 64) hierüber: „Mit ihm (Stannius) bin ich völlig überzeugt, dass Nasen- und Stirnbeine nicht in Eins verschmolzen sind; in dem Foetus laufen die beiden Stirnbeine, ohne alle Andeutung von Nasenbeinen, in einen schiefen Rand aus, gegen welchen nach vorn der knorpelige Rücken der Nase anliegt, die in einen Punkt ausläuft und sich nach hinten seitwärts umkräuselt, um die knorpeligen Nasenflügel zu bilden, gegen welche die Muschelbeine (sponsbenderen) anliegen. Wenn ich nun auf Grund dieser Wahrnehmung mit Stannius der Vermuthung einer solchen Ineinsverschmelzung widerspreche, so kann ich mich doch nur ungerne mit seiner Vorstellung vereinigen, dass die knorrigen, unter dem Nasentheil des Stirnbeins ganz hinterwärts verborgenen Knochen die Nasenbeine sein sollen. In den 4 durch mich untersuchten Schädeln scheinen sie mir die Kennzeichen von den untersten Muschelbeinen zu haben. Nach meiner Meinung giebt es daher keine Nasenbeine bei *Manatus*.“ Diese Darstellung stimmt aber nicht mit der von Stannius gegebenen Beschreibung des Nasenbeins überein, denn Stannius (l. c. p. 10) schreibt, nachdem er die Lage und Gestalt dieses Knochens übereinstimmend mit Cuvier beschrieben hat, wie folgt: „Fast zur Hälfte liegt er unter dem Stirnbein verborgen, bildet mit der vordern grössern freien Hälfte einen Theil der Seitenwand des offenliegenden Theiles der Nasenhöhle, grenzt nach unten an die völlig von ihm getrennte obere Muschel des Siebbeins und an das Oberkieferbein, nach vorne, wo er nicht ganz von der Spitze des Nasenfortsatzes des Zwischenkieferbeines erreicht wird, an das Oberkieferbein, nach aussen an dieses und das Stirnbein. Dieser Knochen repräsentirt ohne Zweifel das Nasenbein.“ A. Wagner nimmt in Schreber's Säugethiere, VII. Theil, pag. 109 ebenfalls das Vorhandensein der Nasenbeine an, welche Ansicht auch ich in meinem Thierreich in Bildern, Stuttgart 1851, S. 94 getheilt habe.

Nach den Wahrnehmungen an den von mir untersuchten

Schädeln muss ich mich der Ansicht von G. Cuvier (Recherches, 4e Edit. T. VIII. 1836, p. 21) und von Stannius vollkommen anschliessen, denn es trifft die genaue Beschreibung von Stannius über Lage und Gestalt des Nasenbeins ganz mit dem Schädel III., dem einzigen unter den 10 Schädeln überein, an welchem der von Cuvier und Stannius beschriebene Knochen in dem Stirnbeinrand eingekeilt ist. Dagegen ist bei allen übrigen Schädeln in jeder Ecke des von den Augenhöhlenfortsätzen umfassten vorderen Randes der Stirnbeine eine längliche Vertiefung, welche an den Schädeln IV., V. und namentlich an Nr. VI., wo sie 2 C. M. lang, 1 C. M. breit und fast ebenso tief ist, am deutlichsten ist, aber auch an den übrigen leicht zu erkennen ist. Diese Vertiefung, die nur zur Aufnahme des Nasenbeins gedient haben kann, ist auch an den Abbildungen von Cuvier (Recherches, pl. 220, fig. 3 et 5), von Schlegel (Abhandlungen aus dem Gebiete der Zoologie und vergl. Anatomie Taf. V. fig. 3 und 5) und selbst von Blainville (Osteogr. pl. III.) nicht nur an den Abbildungen von *M. latirostris* (?), mit dem der Schädel VI. sehr übereinstimmt, und von *M. australis* zu sehen, sondern es ist sogar der Knochen selbst an dem Gesichtstheil vom *Lamantin du Sénégal* und, wie es scheint, an dem aus den Medical and physical Researches copirten *M. latirostris Harlan* abgebildet. Blainville sagt auch in seiner Erklärung der Figur von *L. du Sénégal* pag. 135: „Avec le cornet inférieur des narines en place, simulant un os du nez, préparé par moi-même sur une pièce envoyée du Sénégal."

Das Nasenbein scheint auch in seiner Lage und Anlagerung an andere Knochen zu variiren. In dieser Beziehung passen zu der schon oben citirten Stannius'schen Beschreibung die jüngeren Schädel IV. und VIII., sowie auch die Schädel I., II., V., VII., IX. und X., nur dass bei diesen die Spitze des Nasenfortsatzes des Zwischenkieferbeins mehr oder weniger weit entfernt ist, allein bei Nr. VI., wo eine nur vom Stirnbein gebildete Vertiefung die Grösse des Nasenbeins bezeichnet, und bei Nr. III., wo das Nasenbein selbst vor-

handen ist, erreicht es weder nach unten, noch nach vorn das Oberkieferbein und stösst mit seinem untern Theil an die obere Muschel des Siebbeins. Da die Lage des Nasenbeins bei einer etwaigen Trennung der südamerikanischen *Manatus* von einiger Wichtigkeit werden könnte, so will ich die beiden an den 10 Schädeln beobachteten Extreme näher beschreiben. Am Schädel III. und ohne Zweifel auch an dem Schädel von Blainville's *Lamantin du Sénégal* steckt das Nasenbein mit seinem obern abgestutzten Rande beweglich in einer nach hinten sich verschmälernden Bucht des vordern ausgezackten Stirnbeinrandes und legt sich mit seiner äussern bauchigen Seite an eine schwache Vertiefung der innern, der Nasenhöhle zugekehrten Wand des Stirnbeins und mit dem untern Theil seiner innern Seite an die oberen Muscheln an, an dem mittlern Theil seiner innern Seite und an seinem ganzen vordern Ende aber steht er mit keinem Knochen in Berührung. An dem Schädel VI. dagegen, und sicherlich auch an dem Schädel von Blainville's *M. latirostris* (?), ist keine so tiefe und scharf umgrenzte Bucht im Stirnbeinrand, aber die Wandung des Stirnbeins ist an dieser Stelle nicht blos eingedrückt, sondern dreht sich ein- und aufwärts aus, wodurch eine Grube entstanden ist, in welcher das Nasenbein ruht, während es am Schädel III. durch das Eingekeiltsein in den Stirnbeinrand gehalten wird. Das rechte Nasenbein bei Nr. III. ist vorn stumpf und 0,6 C. M. dick, hinten von beiden Seiten zusammengedrückt und 0,2 C. M. dick, im Ganzen 1,9 C. M. lang und 1,6 C. M. hoch. Das linke Nasenbein, das 2 C. M. lang, 1,6 C. M. hoch und 0,8 C. M. dick ist, ist mit dem obern hintern Rand nur wenig in den Stirnbeinsrand eingekeilt und dagegen mit seiner äussern, ziemlich bauchigen Seite mehr in die Vertiefung der innern Fläche des Keilbeins gelagert. Es liegt etwas tiefer als das der andern Seite, und sein oberer fast gleich breiter Rand liegt nicht in gleicher Linie mit dem Stirnbeinsrand, sondern senkt sich etwas nach vorn.

Die Nasenhöhle ist auf ihrer Basis durch die merkwür-

digen Oberkieferbeine mit dem rinnenförmigen Vomer in der Mitte, vorn durch die Zwischenkiefer und hinten durch die Stirn- und Siebbeine begrenzt. — Das Oberkieferbein stösst auf seiner Gaumenfläche mit seinem Alveolartheil an die V-förmig eingekeilten Gaumenbeine und an den Flügelfortsatz des Keilbeins, breitet sich in der Mitte mit einem grossen, ganz flachen Jochfortsatz nach aussen aus und nimmt daselbst in einer starken Rinne den Augenhöhlenfortsatz des Jochbeins auf, an seinem vordern breiten concaven und porösen Theil ist es durch die Zwischenkieferbeine und das Foramen incisivum begrenzt. Mit seinem obern Rand stösst das Oberkieferbein hinten an den zungenförmigen Fortsatz des Gaumenbeins und weiter vorn an die absteigende dünne Seitenwand des Stirnbeins, schickt alsdann nach aussen den Jochfortsatz zwischen das vordere Ende des Jochbeins und des Orbitalfortsatzes des Stirnbeins in die Augenhöhle und nach innen den Stirnfortsatz zwischen das Stirnbein und den langen schmalen Nasenfortsatz des Zwischenkieferbeins herauf; vorn wird es durch die Zwischenkieferbeine eingeschlossen. Der Jochfortsatz des Oberkieferbeins, gewöhnlich 5,5 bis 6,5 C. M. lang, stellt unten eine dünne, häufig durchlöcherte, flache Platte dar, auf welcher aussen der ganze kaum weiter nach aussen reichende Augenhöhlenfortsatz des Jochbeins liegt, nur am Schädel II., wo der Jochfortsatz über 7 C. M. lang ist, ragt das Jochbein stark über den Rand der Platte hinaus. Vorn und auf der innern Seite wird der Jochfortsatz durch das Unteraugenhöhlenloch durchbohrt, das bald länglich, bald rund, bei Nr. IV., V. und VII. 1,8, bei den älteren 2,0 bis 2,1 C. M. weit ist.

Die Zwischenkieferbeine sind sehr gross, lang und enden vorn mit einem ungewöhnlich hohen und verdickten, gewölbten, nach vorn sich schief abdachenden, bei alten Thieren oben rauhen Theil, der an der Symphysis nie verwachsen, auf der untern Fläche am Rande scharfkantig und durch das grosse längliche Foramen incisivum verschmälert ist. Das Zwischenkieferbein steigt mit seinem Nasenfortsatz an dem

innern Rand des Augenhöhlenfortsatzes des Stirnbeins gewöhnlich bis zu dessen Mitte, nämlich 2,5 bis 3 C. M., bei dem Schädel VI. sogar 4 C. M., dagegen bei Nr. III. und VII. nur bis hinter dessen Spitze, nämlich 1 C. M. herauf. Die Symphysis ist an den ältern Schädeln am meisten entwickelt, und zwar oben gemessen an Nr. II. 6; an Nr. I., III., VI., IX. und X. 5 bis 5,5, oben an Nr. IV. und VII. 4,4 und an Nr. VIII. nur 3,8 C. M. lang. Das Foramen incisivum ist an dem Schädel II. 1,5 C. M. breit und 3 C. M. lang, an Nr. IX. 2 C. M. breit und 3,5 C. M. lang.

Die Nasenhöhle ist im Verhältniss der Länge zur Breite ebenfalls sehr veränderlich. Am längsten ist sie an den ältesten Schädeln I. und X. mit 14,3 bis 14,7 C. M. (an Nr. I. wohl wegen des tief aufgeschnittenen vordern Stirnbeinrandes), am kürzesten an Nr. IV. mit 8,8 und an Nr. VIII. mit 9,3 C. M.; am breitesten ist sie aber am Schädel VI. mit 8,7, dann an Nr. I. und X. mit 7,6 C. M., am schmälsten an Nr. VII. und VIII. mit 6,3 bis 6,5 C. M. Auffallend bleibt die grösste Breite der Nasenhöhle am Schädel VI., alsdann die verhältnissmässig grosse Breite am jüngsten Schädel IV., welche mit der Breite an den alten Schädeln II., III., IX. und X. ziemlich übereinkommt. Dennoch dürfte diese Breite der Nasenhöhle nicht als Kennzeichen zur Annahme einer eigenen Art berechtigen, da der ebenfalls junge Schädel VIII., der mit Nr. IV. in der Form sehr ähnlich ist, viel weniger breit ist. In der Jugend erscheint die Nasenhöhle überhaupt breiter, weil der Gesichtstheil noch nicht so sehr entwickelt und in die Länge gezogen ist. Dies beweist die Länge der Zwischenkieferbeine, deren Nasenfortsatz nur wenig kürzer ist als die Oberkieferbeine, obgleich auch dieses Verhältniss bei den älteren sehr variirt, denn am Schädel V. und IX. ist das Zwischenkieferbein nur um 2 C. M., an Nr. II., VII. und X. aber um 3 bis 3,5 C. M. länger als das Oberkieferbein.

Das Gaumenbein legt sich mit seinem aufsteigenden perpendiculären Theil an den vordern Theil des Keilbeins und an das Pflugscharbein an; vor ihm läuft an der innern Seite

des nach hinten sich verschmälernden Gaumenfortsatzes des Oberkieferbeins der schmale Gaumenfortsatz bis zum letzten oder vorletzten entwickelten Backenzahn convergirend vorwärts und vereinigt sich gewöhnlich vorn an seinem innern Rande mit dem der andern Seite, oder bleibt von demselben wie an den Schädeln I. und IV. durch eine schmale Spalte getrennt. Von dem aufsteigenden Theil tritt der Schläfenfortsatz des Gaumenbeins nach aussen und vorn in die Schläfengrube und erstreckt sich, oben mit dem schwertförmigen Fortsatz des Keilbeins und dem absteigenden Theil des Stirnbeins, unten mit dem Alveolarfortsatz des Oberkieferbeins verbunden, zungenförmig mehr oder weniger nach vorn. Der absteigende Flügelfortsatz bildet mit dem Keilbein den Flügelfortsatz, indem er dessen äussere Flügel überlagert und sich an dessen innern Flügel anlegt.

Das Keilbein ist, was die jüngern Schädel, insbesondere IV., dessen Naht noch ganz deutlich ist, beweisen und auch einige ältere Schädel andeuten, früher in zwei Theile getheilt. Der hintere Theil besteht aus dem Grundtheil, der sich mit dem Grundtheil des Hinterhauptsbeins verbindet, und aus dem innern Flügel, der nach hinten und oben mit einem breiten Rand frei endet und unten einen sehr starken Haken für die Sehne des pterygoid. intern. trägt. Der vordere Theil besteht aus dem äussern, durch das Gaumenbein bedeckten Flügel, dem aufsteigenden, vom Schläfen-, Scheitel- und Stirnbein begränzten grossen Flügel, der niedrig ist, und dem schwertförmigen Fortsatz, der sich zwischen dem absteigenden Theil des Stirnbeins, dem Schläfenfortsatz des Gaumenbeins und dem Alveolarfortsatz des Oberkieferbeins in die Schläfengrube erstreckt.

Auf der untern Fläche des Schädels bleibt zur Seite des schmalen Grundtheils eine grosse Oeffnung, die nach hinten durch den Gelenktheil des Hinterhauptsbeins, nach aussen durch das Schläfenbein, nach vorn durch den hintern Rand des Keilbeinflügels begränzt wird. In dieser Oeffnung liegen hinten das Felsenbein und aussen das Paukenbein, der vordere und innere Raum bleibt frei.

Zwischen dem hintern Rand des schwertförmigen Fortsatzes, der Basis des grossen Flügels und dem Ursprung des äussern Flügels des Keilbeins befindet sich das Loch, durch welches die Nerven an der innern Wand der Schläfengrube vorwärts zur Augenhöhle treten.

Ueber die Gehörknöchelchen verweise ich auf die ausführliche Beschreibung von W. Vrolik.

Das Pflugscharbein ist an seinem hintern Ende sehr nieder, geht von da brückenförmig auf dem Boden der Nasenhöhle vor und bildet eine tiefe Rinne, in welche hinten der untere Rand der perpendikulären knöchernen Scheidewand des Siebbeins tritt und von ihr ganz eingeschlossen ist. Nach vorn breitet sich das Pflugscharbein allmählig platt aus und endet sich nach vorn zuspitzend am hintern Rand des Foramen incisivum. Zur Anlagerung dieses Pflugscharbeins ist bei einigen Schädeln in der Mitte der der Nasenhöhle zugekehrten Fläche des Oberkieferbeins eine Rinne mit erhabenen Rändern, in welcher dasselbe liegt, aber nicht verwachsen ist.

Das Siebbein hat eine deutliche Siebplatte mit stark erhabenem Hahnenkamm, der sich gegen das Keilbein verlängert. Die perpendikuläre Scheidewand ragt an den Schädeln I. und IX. über den vordern Rand der Stirnbeine etwas hervor, an den übrigen, namentlich den jüngern Schädeln IV., V., VII., VIII. ist sie dagegen, obwohl ihr vorderer Rand unversehrt ist, sehr verkürzt und steht hinter dem vordern Stirnbeinrand und den obern und untern Muscheln zurück. Zu beiden Seiten der Scheidewand liegen nämlich die oberen Muscheln, die immer über den Stirnbeinrand hervorstehen, während die unteren Muscheln viel kürzer sind. Der poröse Kern der Muscheln ist mit einer festern Knochenplatte überzogen. Der seitliche Theil des Siebbeins wird durch eine von dem Orbitalfortsatz des Stirnbeins absteigende Platte, die bis zum Oberkieferbein und dem schwertförmigen Fortsatz des Keilbeins reicht, bedeckt. Die Lamina papyracea fehlt.

Ueber das Thränenbein geben die vorhandenen Schädel keinen Aufschluss.

Der Unterkiefer der vorhandenen Schädel ist hauptsächlich in der ganzen Länge, in dem Abstand und der Höhe des aufsteigenden Astes und in der Länge und Breite der Platte der Symphysis verschieden. Diese Abweichungen liegen ohne Zweifel in der Verschiedenheit des Alters, denn an den jüngsten Schädeln IV. und VIII. haben sich alle Maasse am geringsten, an den älteren I., II., III., IX. und X. am grössten herausgestellt. Nach der Trennung und dem Verwachsensein der beiden Unterkieferhälften würden die Schädel in folgender Ordnung stehen. Der jüngste wäre auch hier Nr. IV., dessen beide Hälften noch vollständig getrennt und sogar noch etwas beweglich sind, dann würde Nr. VI., dessen Naht noch überall sichtbar ist, hierauf VIII. folgen, bei dem die Naht am innern Winkel hinter der Platte theilweise noch zu erkennen ist, wie dies auch an den übrigen mehr oder weniger der Fall ist. An allen Unterkiefern aber ist noch eine starke Naht von der Kinnecke bis zur Spitze der Platte vorhanden.

Der Gelenkkopf des Unterkiefers ist in die Quere gestellt, hat eine kleine nach vorn, bei Nr. III. und X. nach oben gerichtete überknorpelte Artikulationsfläche, die aber nicht mit der Grube des Schläfenbeins, sondern vor dieser auf einer schmalen, von innen von aussen schiefen Erhabenheit artikulirt. Die Entfernung von einem Gelenkkopf zum andern, nämlich 14,4 bis 17,4 C. M., weicht unter den 10 Schädeln nicht so bedeutend ab, als die Entfernung von dem untern Winkel bis zum Gelenkkopf, die an den jüngeren Schädeln IV. und VIII. verhältnissmässig sehr gering und nur 9,5 bis 9,7 C. M., dagegen an Nr. I. 14,0 C. M. ist. Mit dieser Höhe des Gelenkkopfes steht jedoch die Höhe des Kronenfortsatzes nicht im Verhältniss, indem letztere an den jüngern Schädeln weit grösser ist; indessen kommen auch hier einige auffallende Abweichungen vor, welche eine nähere Beschreibung verdienen.

Der Kronenfortsatz ist gewöhnlich an seinem obern, meist convexen, schief nach vorn abgestutzten Rande durch einen

hintern und einen vordern Winkel breiter als an der Basis und hat daher eine beilförmige Gestalt. Der vordere dickere Winkel liegt bei allen tiefer, der hintere scharfkantige und nach hinten schnabelförmig verlängerte, gewöhnlich ziemlich höher als der Gelenkskopf, wie es auch durch Blainville bei *M. australis* und *M. latirostris?* (Osteogr. pl. III.) abgebildet ist. An dem Schädel III. aber ist der Kronenfortsatz an seinem obern, ohnehin weniger schief nach vorn abgestutzten Rande nicht viel breiter als an seiner Basis und daher auch der hintere Winkel nicht schnabelförmig verlängert, ferner steht sein hinterer Winkel kaum höher als der Gelenkkopf. Hiedurch nähert er sich ausserordentlich dem von Blainville (Osteogr. pl. III.) abgebildeten *M. senegalensis*, würde aber die Ansicht von J. E. Gray in seinen Observations on the Species of the genus *Manatus* (Annals & Mag. XX. October 1857, p. 312) nicht bestätigen, nach welcher diese Gestalt des Kronenfortsatzes, wobei auf die Blainville'sche Figur von *M. senegalensis* hingewiesen wird, wahrscheinlich der Charakter der afrikanischen Art sei. Ich möchte vielmehr die Vermuthung aussprechen, ob in dieser Kürze und gleichförmigen Breite des Kronenfortsatzes nicht ein Geschlechtsunterschied zu suchen ist, denn der Unterkiefer des weiblichen Schädels VII. und der von Nr. IX. hat in dieser Beziehung ungleich mehr Aehnlichkeit mit dem von Nr. III. als mit den übrigen Schädeln.

Der horizontale Theil des Unterkiefers, welcher an seinem untern Rande nur mit dem untern Winkel des aufsteigenden Astes und mit der Kinnecke aufliegt, ist sehr dick, massig und von seinem untern Rande bis an den Alveolarrand gemessen, an den jüngern Schädeln IV. und VIII. nur 3,6 C. M., an dem Weibchen Nr. VII. nur 4, an Nr. III. 4,7 und an den alten Nr. I., II., X. 5 C. M. hoch. Die Kinnecke, unten und hinten an der Vereinigung der Unterkieferhälften, bildet bei Nr. I., II. und V. eine hervorragende konische, durch die Naht getheilte Ecke, während sie an den übrigen mehr oder weniger abgerundet ist; hiemit hängt zusammen, dass die

untere Naht der Symphysis von der Kinnecke bis fast zur Spitze an den Schädeln I., II. und V. einen geraden, anfangs sogar etwas concaven, an den übrigen aber und insbesondere an Nr. IV., VII., VIII. und IX. einen stark convexen Rand zeigt.

Die unregelmässig zerfressene, nach vorn sich abdachende Platte auf der obern Seite der vereinigten Unterkieferäste ist in der Breite und Länge verschieden. Am schmalsten und dadurch anscheinend am längsten ist sie bei Nr. II. und VII., am breitesten bei Nr. I., III. und X., bei keinem aber ist sie so lang und schlank, als Blainville's Abbildung von *M. australis* (Osteogr. pl. III.) zeigt, wie ich deshalb anführe, weil die Länge des Gesichtstheils vom Schädel I. und X. sonst mit der des Gesichtstheils von *M. australis* übereinstimmt. Die Länge dieser Platte scheint überhaupt nicht im Verhältniss zu der des Schnauzentheils am Schädel zu stehen, da dieser gerade bei Nr. I., III. und X. am längsten ist, was auch mit der Länge der Nasenhöhle zusammentrifft. Die Platte zeigt vorn in der Mittellinie gerade zwischen den vordersten Zahnhöhlen einen kleinen Zapfen, der gewöhnlich an den älteren Schädeln stärker ist, aber auch wie am Unterkiefer II., VI. und VII. ganz fehlt und schon an den beiden jüngern Nr. IV. und VIII. vorhanden ist.

Wenn ich nun zur Beschreibung des Gebisses übergehe, so kann es sich nur um die Backenzähne handeln, da auch am jüngsten Schädel keine Schneidezähne mehr vorhanden sind. Es ist zwar vorn am vordern Ende des Zwischenkieferbeins aller Schädel jederseits eine Vertiefung, die nur an den Schädeln IV., V. und VI. deutlich und rundlich, an Nr. II. deutlich länglich, an allen übrigen aber theilweise verwachsen oder zerfressen ist. In diese Vertiefung mündet ein Kanal, dessen hinteres Ende sich im Unteraugenhöhlenloch öffnet, folglich zum Durchtritt von Nerven und Gefässen dient. Im Unterkiefer fand ich ebenfalls keine Spur eines Schneidezahns, wohl aber ganz vorn an den meisten Schädeln ziemlich deutlich jederseits eine grössere längliche Grube, deren Länge und Breite auf der vielfach zerfressenen Platte nicht genau

angegeben werden kann und die an den Schädeln II. und III. kaum noch angedeutet ist. Noch schwieriger ist es aber, etwas Bestimmtes über das Vorhandensein der übrigen Zahnhöhlen anzugeben. Stannius hat nämlich beim neugebornen *Manatus* 5 ganz symmetrische Zahnhöhlen und hinter diesen noch einen Schneidezahn gefunden und nimmt also jederseits 6 Schneidezähne an. Der einzige Unterkiefer, an dem noch einigermassen 6 Grübchen zu zählen sind, ist der des jüngsten Schädels IV., doch stehen nur die zwei vorderen und 2 hinteren symmetrisch. An den übrigen Unterkiefern ist noch jederseits der zweite und einer oder 2 der hintersten Grübchen symmetrisch und deutlich zu erkennen.

Die Backenzähne im Oberkiefer sind in der Zahl, Grösse und in der Anordnung der Reihen verschieden; alle dicht an einander gereiht. Nach der Grösse der Backenzähne würden die Schädel in folgender Ordnung folgen: das jüngste Thier mit den kleinsten Zähnen ist auch hier Nr. IV., dann folgen Nr. VIII. und VI., hierauf Nr. V., dann VII., II., IX., I. und zuletzt Nr. X. und III. Diese Reihenfolge stimmt nicht ganz mit der weiter oben aufgestellten nach dem Grad der Verwachsung der Schädelknochen. Die Zahnreihen laufen parallel bei dem Schädel I., divergiren mit geraden Linien nur sehr wenig nach vorn bei den Schädeln III., IV., IX. und X., nach hinten bei Nr. II.; dagegen bei Nr. V., VI., VII. und VIII. divergiren die Reihen in der Weise, dass sie hinten etwas aus einander laufen, aber unter schwacher Krümmung nach vorn sich wieder nähern, so dass das vorderste Zahnpaar so nahe, bei Nr. VII. sogar näher aneinander gerückt ist, als das hinterste Paar.

Was die Zahl der Backenzähne im Oberkiefer betrifft, so werde ich diejenigen als vollkommen entwickelte Backenzähne bezeichnen und zählen, welche vollständig aus der Zahnhöhle herausgeschoben und in gleicher Höhe mit den übrigen stehen. Hienach hat der Schädel VI. jederseits 7 Backenzähne, ferner hinter diesen noch einen Zahn, der noch in der Alveole steckt, und einen Zahnkeim; vor dem ersten Backenzahn ist keine Spur einer Lücke, und der Alveolarrand vollkommen ge-

schlossen. Hierher muss auch der Schädel V gestellt werden, obwohl er nur noch 6 vollkommen entwickelte Zähne hat, allein vor diesen ist eine so tiefe und scharf umgränzte Alveole, dass man annehmen darf, dass der erste Zahn im Leben des Thieres vorhanden war und erst durch die Maceration verloren gegangen ist, es dürfen sonach 7 Zähne angenommen werden. Hinter diesen ist ausserdem noch ein über die Alveole hervorgeschobener, aber nicht ganz in gleicher Höhe mit den übrigen stehender Backenzahn und noch zwei Zahnkeime. Jederseits 6 in gleicher Höhe stehende Backenzähne haben die Schädel IV. und IX. Die Zahnreihe bei Nr. IV. verhält sich vor und hinter den 6 Zähnen ganz wie bei Nr. VI., allein Nr. IX. hat hinten einen über die Alveole hervorgetretenen, aber nicht ganz in gleicher Höhe mit den übrigen stehenden Backenzahn und noch zwei Zahnkeime; ferner vorn noch 2 Alveolen, von welchen die vorderste ziemlich ausgefüllt isi, die darauf folgende zeigt, dass der Zahn erst durch die Maceration verloren gegangen ist. Die übrigen Schädel haben jederseits 5 Backenzähne und ausserdem hinten noch einen mehr oder weniger herausgeschobenen Zahn und zwei Zahnkeime; bei Nr. I., II. und X. ist es in Anbetracht der noch nicht ganz verwachsenen Zahnlücken vor dem ersten vorhandenen Backenzahn wahrscheinlich, dass der Zahn noch nicht ausgestossen war und noch im Zahnfleisch steckte. Dieses zu entscheiden, wird immer schwierig bleiben, so lange nicht der Schädel mit dem Fleisch untersucht werden kann, allein es bleibt keinem Zweifel unterworfen, dass im Oberkiefer gewöhnlich jederseits 5 bis 6 vollständig entwickelte Backenzähne vorhanden sind und dass 7 solcher Zähne, wie sie Nr. V. und VI. aufweisen, weniger gewöhnlich sind und nicht bei den alten Thieren vorkommen.

Die Zahnkronen im Oberkiefer sind breiter als lang, bei Nr. III. und X. am grössten, nämlich 1,8 C. M. breit und 1,5 C. M. lang, gewöhnlich aber wie an den alten Thieren I., II., VII., IX. 1,6 breit und 1,4 C. M. lang. Die Zahnkronen dieser Schädel sind alle gleich gross, je jünger die Thiere aber sind, desto ungleicher sind sie in der Grösse,

denn bei Nr. V. sind die ersten Zähne nur wenig, bei Nr. VII. und VIII. um ein Drittel und bei Nr. IV. sogar um die Hälfte kleiner als der hinterste, ganz so wie sie W. Vrolik an dem Schädel der Figur 12 abgebildet hat. Am meisten abgenutzt sind die Zahnkronen unter den alten Thieren bei Nr. III. und X., auch die der jüngern Thiere IV., V., VI. sind ebenfalls ziemlich abgenutzt. Die Abnutzung geschieht in der Weise, dass der vorderste immer am meisten, der letzte noch gar nicht abgenutzt ist, doch ist keine Krone unter den 10 Schädeln so tief abgenutzt, als sie Blainville an den 2 vorderen Zähnen von *M. latirostris?* (Osteogr. pl. VII.) abgebildet hat. Alle Backenzähne, selbst der kleinste des Schädels IV., haben mehr als eine Wurzel.

Die Backenzähne des Unterkiefers sind kleiner, schmäler und länger als die des Oberkiefers, alle dicht an einander gereiht. Die Anordnung nach der Grösse der Zähne und nach den Altersstufen ist wie im Oberkiefer. Die Zahnreihen divergiren, den Schädel IV. ausgenommen, von vorn nach hinten an den Unterkiefern I., II., III., VII., IX. und X. so stark, dass der hintere Zwischenraum fast noch einmal so gross ist als der vordere, an Nr. V., VI. und VIII. ist die Divergenz gering und an Nr. IV. laufen die Reihen sogar von hinten nach vorn zuerst auseinander, nähern sich aber unter schwacher Krümmung vorn wieder so weit, dass der Abstand vorn und hinten gleich ist. Die Zahl der vollständig aus der Alveole herausgeschobenen Backenzähne ist 5 oder 6 oder 7 in jedem Unterkieferast. Fünf Zähne jederseits haben die Unterkiefer I., II., III. und VIII., ausserdem je noch einen im Durchbruch begriffenen und zwei Zahnkeime, die in dem stark nach aussen gebogenen Ende des Alveolartheils liegen; nur bei Nr. I. und II. ist vor dem ersten Zahn noch eine kleine Lücke für einen Zahn, der wahrscheinlich kurz vorher ausgefallen ist, bei den beiden andern ist der Alveolarrand gänzlich geschlossen. Sechs vollständig entwickelte Backenzähne haben jederseits die Unterkiefer IV., VII. und X., und ausserdem hinten zwei noch ganz in der Alveole liegende Zahnkeime, zu welcher bei Nr. IV. ganz

hinten noch ein ganz kleines zweizackiges Keimstück kommt. Entschieden 7 Backenzähne hat der Unterkiefer IX., der ausserdem vorn noch eine kleine Lücke und hinten 2 ganz in der Alveole verborgene Zahnkeime zeigt. Die Unterkiefer V. und VI. haben vor ihren 6 Backenzähnen eine so deutliche Lücke, dass sicherlich der hiezu gehörige Zahn erst durch die Maceration verloren gegangen ist, bei Nr. V. ist überdies hinten ein fast ganz aus der Alveole herausgeschobener Zahn und 2 Keime, bei Nr. VI. liegen beide noch in der Alveole. Die Zahnkronen im Unterkiefer sind länger als breit, am grössten bei Nr. III. und X., nämlich 1,6 C. M. lang und 1,4 breit, dann folgen Nr. I., II. und IX. mit 1,4 Länge und 1,2 Breite. An diesen 4 Unterkiefern sind alle Kronen ziemlich gleich gross, an Nr. V. und VII. ist der vorderste nur wenig, an Nr. VI. und VIII etwa um $^1/_4$, an Nr. IV. gerade um die Hälfte kleiner als der hinterste. Die Abnutzung der Zahnkronen verhält sich wie im Oberkiefer, am meisten gebraucht sind die Kronen bei Nr. III. und X. Alle Backenzähne haben mehr als eine Wurzel.

Wenn ich hei der Angabe der Zahl der Backenzähne in beiden Kiefern nur diejenigen Zähne in erster Linie gezählt habe, welche in gleicher Höhe mit einander stehen und vollständig aus den Alveolen hervorgeschoben sind, so glaubte ich damit ein genaueres Resultat zu erhalten, als wenn ich alle, nämlich auch die hervorbrechenden und noch in der Alveole liegenden Zähne, sowie diejenigen zusammengezählt hätte, welche, nach den Lücken vor den Backenzähnen zu schliessen, erst zuletzt hinausgeschoben wurden, denn die vordersten, welche von Zeit zu Zeit wahrscheinlich mit dem Wachsthum des Gesichtstheils des Schädels hinausgeschoben werden, werden bei *Manatus* ähnlich wie beim Elephanten in gleichem Maasse durch die hinten hervorbrechenden Zähne ersetzt, so dass die Zahl wohl immer die gleiche bleiben wird; überdies scheint diese Vorrathskammer von Zähnen selbst bei den Schädeln der ältesten Thiere, die ich vergleichen konnte, nicht geringer zu sein, als bei dem Schädel des jüngsten Thieres, Die Art des Hinausschiebens des vor-

dersten Backenzahns zeigt der Unterkiefer III., noch schöner aber Nr. X., bei welchem auf der rechten Seite nur noch ein Wurzelrudiment in der Zahnhöhle haftet und der Zahn schon so schief gestellt ist, dass die Krone nicht mehr nach oben, sondern nach vorn gerichtet ist, daher denn auch der sechste Backenzahn schon vollständig in gleicher Höhe mit den übrigen herausgeschoben ist. Auf der linken Seite dagegen ist die Lücke vor dem zuletzt ausgefallenen Backenzahn noch nicht ganz verwachsen, der erste noch nicht so lose und mit seiner Krone noch nicht so stark nach vorn geneigt, als auf der andern Seite und daher auch der sechste Zahn noch nicht ganz aus der Alveole herausgeschoben, obwohl er schon an der Spitze seiner vordersten Querzacke gefärbt ist. Dadurch, dass dieser Prozess nicht gleichzeitig auf beiden Seiten stattgefunden hat, stehen die Backenzähne auch nicht symmetrisch einander gegenüber.

Hier möge auch erwähnt werden, dass das freie abgerundete hintere Ende des Alveolarfortsatzes des Oberkiefers, der die Zahnkeime enthält, bis über den untern Theil des Flügelfortsatzes des Keilbeins rückwärts reicht und noch in einer Grube dieses Fortsatzes an der innern Seite des äussern Flügels liegt. Am Unterkiefer reicht dasselbe, unten begränzt durch eine Rinne, mit welcher das Foramen maxillare posterius beginnt, unter einer Knochenplatte rückwärts und krümmt sich, an der innern Seite des aufsteigenden Astes anliegend, aufwärts. Auch muss ich hier bemerken, dass das hintere Ende des Alveolarfortsatzes der untersuchten Schädel bei den erwachsenen Thieren nicht kleiner ist als bei den jüngern, obwohl an den Unterkiefern Abweichungen vorkommen, denn bei Nr. II. und X. ist es klein, bei Nr. I. und IX. aber entschieden grösser als bei dem jüngsten Nr. IV.

Schliesslich will ich noch ein paar Worte über die Stellung der Backenzahnreihen im Oberkiefer zu der im Unterkiefer anführen. Wenn der Schädel, wie schon oben bemerkt, mit der schmalen Erhabenheit vor der Grube des Schläfenbeins auf dem Gelenkkopf des Unterkiefers ruht, so passen die oberen Zahnreihen wohl hinten und in der Mitte auf die

unteren, aber vorn stehen sie gewöhnlich von einander ab, am wenigsten an den Schädeln I. und V., am meisten (1 C. M.) an den jüngern Schädeln VIII. und IV. Dieses Klaffen zwischen den vorderen Zähnen des Ober- und Unterkiefers wird, wenn die Artikulationsflächen noch mit ihren Knorpeln versehen sind und vielleicht bei den zuerst genannten und überhaupt den alten Schädeln geringer sein, allein bei den jüngern Schädeln muss es immer Statt finden. Die schon bei der Beschreibung der Backenzähne berührte verschiedene Divergenz der Zahnreihen im Ober- und Unterkiefer weist darauf hin, dass die Reihen beider Kiefer nicht genau auf einander passen. An den Schädeln der alten Thiere, besonders an Nr. III. steht auch die Zahnreihe des Oberkiefers vorn über die äussere Wand der Zahnreihe des Unterkiefers um ein Bedeutendes hervor, während die Reihen an den jüngern Schädeln IV., V., VI. und VIII., die grössere Breite der Oberkieferzähne abgerechnet, vorn gleich stehen.

Von den Skeletten des surinamischen *Manatus* konnte ich selbst für diese Arbeit nur 3 vergleichen. Das eine (Nr. I.) ist künstlich zusammengesetzt und es fehlen ihm die letzten (wahrscheinlich 3—4) Schwanzwirbel, die 2 andern (Nr. II. und III.) sind natürliche Skelette. Ueber die Länge der ganzen Skelette und der Skelettheile, sowie über die Zahl der Wirbel und Rippen verweise ich auf die Tabelle. Zur Beschreibung der Skelettheile kann ich nur Weniges hinzufügen, da diese durch W. Vrolik sehr genau und ausführlich gegeben ist.

An allen Skeletten finden sich nur 6 Halswirbel. Der Querfortsatz des Atlas zeigt bei Nr. I. und II. kein Loch zum Durchtritt der Wirbelarterie, bei Nr. III. ist wohl ein Loch vorhanden, dessen Durchmesser aber kleiner ist, als der der Löcher an den andern Halswirbeln. Die Bögen des 4ten und 5ten Wirbels sind an Nr. I. und II. in der Mitte durch Knorpel geschlossen, an Nr. III. sind sie, den 5ten Wirbel ausgenommen, verknöchert. Die Durchbohrung des Querfortsatzes der fünf andern Halswirbel für die Wirbelarterie ist an allen 3 Skeletten verschieden. An dem Skelet

dersten Backe
aber Nr. X., b
Wurzelrudime
so schief geste
sondern nach v
Backenzahn sc
gen herausgesc
die Lücke vor
nicht ganz verw
seiner Krone n
der andern Seite
ganz aus der Al
der Spitze seiner
dass dieser Proz
gefunden hat, ste
einander gegenüb

Hier möge au
rundete hintere E
der die Zahnkeim
Flügelfortsatzes d
einer Grube dieses
Flügels liegt. Am
durch eine Rinne, n
beginnt, unter ein
sich, an der innern
aufwärts. Auch m
Ende des Alveolar
den erwachsenen Thi
obwohl an den Unte
bei Nr. II. und X. is
schieden grösser als

Schliesslich will i
lung der Backenzahn
kiefer anführen. Wen
mit der schmalen Erh
beins auf dem Gelenkk
die oberen Zahnreihen

I. hat der Querfortsatz des 2ten, [illegible] Wirbels
des Loches einen Ausschnitt und der [illegible]
gar nicht durchbohrt. An Nr. II. ist der Querfortsatz [illegible]
2ten, 3ten und 4ten Wirbels jederseits, [illegible]
rechten Seite durchbohrt, der des [illegible]
linken Seite ein Loch, das aber wohl [illegible]
der Arterie dient; am Skelet III. hat [illegible]
Ausschnitt, der 4te und 5te ist jederseits durchbohrt, [illegible]
ohne Oeffnung. Der 6te Wirbel am [illegible]
den Querfortsatz am 2,5 C. M. überragenden [illegible]
versehen, das gerade wie die erste Rippe [illegible]
satz und dem Wirbelkörper articulirt. [illegible]
Würzburg hat, wie mir Kölliker mitgetheilt [illegible]
ten Halswirbel eine Rippe, die [illegible]
nicht erreicht. Nach W. Vrolik [illegible]
Skelet des Reichsmuseums in Leyden [illegible]
nur durch ein Band mit dem Körper des Brustbeins [illegible]
bunden ist.

Was nun die übrigen Wirbel [illegible]
bei mir schon beim ersten [illegible]
schiedenheit in der Grösse [illegible] An den [illegible]
beln I. und II. [illegible] Schwanz[illegible]
Ganzen, sondern auch [illegible] länger als bei N[illegible]
Ich [illegible] daher einige [illegible] der untern Fläche
erhielt folgendes Resultat [illegible]

Länge des Wirbelkörpers [illegible]

Ebenso sind am Skelet III. die Rippen verhältn[illegible] stärker, als bei den beiden andern, obwohl die ga[illegible] der rippentragenden Wirbel nicht viel länger und de[illegible] fast gleich lang ist. Ich mass die Länge, indem [illegible] biegsamen Fischbein-Maassstab an die innere Fl[illegible] Rippen anlegte und den Querdurchmesser mit einem [illegible] maassstab mass. Das Resultat war in Centimetres

	Skelet Nr. I.	Sk Nr.
Länge der ersten Rippe	18	17
Grösster Querdurchmesser derselben .	2,6	2
Länge der neunten Rippe	36	39
Grösster Querdurchmesser derselben .	3,1	3
Länge der sechszehnten Rippe	27,5	28
Grösster Querdurchmesser derselben . .	1,9	1

An den 3 Skeletten ist die letzte (17te) Rippe [illegible] übrigen verschieden. Sie ist am Skelet I. auf der lin[illegible] 18,7 C. M. lang, von der Gestalt der vorletzten, [illegible] etwas schlanker, auf der rechten Seite 18,3 C. M. [illegible] dicker. Beide sind frei und artikuliren nur mit ein[illegible] Fläche an dem Ende des 1 C. M. langen Querforts[illegible] gar nicht mit dem Wirbelkörper. Am Skelet II. i[illegible] der linken Seite 5,6, auf der rechten 10,4 C. M. la[illegible] sind schmächtig und bestehen eigentlich nur aus de[illegible] gerten Querfortsätzen, die jedoch in einer Entfer[illegible] etwa 5 C. M. durch eine k[illegible]elige Masse unterbr[illegible] von dort rückwärts g[illegible] sind. Bei Nr. III. [illegible] Rippe nur der [illegible]gerte, hier vollstä[illegible] Knöch[illegible]satz, [illegible] M. lang, an der B[illegible] verschm[illegible] da [illegible] biegt sich über [illegible] des lang[illegible]tzes [illegible]wirbels rückw[illegible] [illegible]eicht bis [illegible]es [illegible] schief abgestutzt [illegible] Fortsatzes [illegible] Es könnte [illegible] die Frage [illegible]nnten Rippen [illegible] ben beschrieb[illegible] einfache, seh[illegible] [illegible] Querfortsä[illegible]wirbels zu [illegible]

I. hat der Querfortsatz des 2ten, 3ten und 4ten Wirbels statt des Lochs einen Ausschnitt und der 5te und 6te Wirbel ist gar nicht durchbohrt. An Nr. II. ist der Querfortsatz des 2ten, 3ten und 4ten Wirbels jederseits, des 5ten nur auf der rechten Seite durchbohrt, der des 6ten hat zwar auf der linken Seite ein Loch, das aber wohl nicht zum Durchtritt der Arterie dient; am Skelet III. hat der 2te jederseits einen Ausschnitt, der 4te und 5te ist jederseits durchbohrt, der 6te ohne Oeffnung. Der 6te Wirbel am Skelet I. ist mit einem den Querfortsatz um 2,5 C. M. überragenden Rippenrudiment versehen, das gerade wie die erste Rippe mit dem Querfortsatz und dem Wirbelkörper artikulirt. Auch das Skelet in Würzburg hat, wie mir Kölliker mitgetheilt hat, an dem 6ten Halswirbel eine Rippe, die lang ist, aber das Brustbein nicht erreicht. Nach W. Vrolik ist diese Rippe an einem Skelet des Reichsmuseums in Leyden so verlängert, dass sie durch ein Band mit dem Knorpel des Brustbeins verbunden ist.

Was nun die übrigen Wirbel und die Rippen betrifft, so fiel mir schon beim ersten Ueberblick der 3 Skelette die Verschiedenheit in ihrer Grösse und Stärke auf. An den Skeletten I. und II. erschienen nicht allein der Schwanz im Ganzen, sondern auch die Wirbel selbst länger als bei Nr. III. Ich mass daher einige Wirbel auf der untern Fläche und erhielt folgendes Resultat in Centimetres:

	Skelet Nr. I.	Skelet Nr. II.	Skelet Nr. III.
Länge des Wirbelkörpers vom 1. Rückenwirbel	2,4	2,3	2,5
" " " " 7. "	4,7	4,6	5,2
" " " " 11. "	5,2	5,1	5,3
" " " " 17. "	4,7	4,8	5,1
" " " des 1. Lendenwirbels	4,4	4,7	4,8
" " " d. 7. Schwanzwirbels	3,7	3,5	3,8
" " " " 13. "	2,4	2,2	2,7
" " " " 20. "	1,9	1,3	2,0

Ebenso sind am Skelet III. die Rippen verhältnissmässig stärker, als bei den beiden andern, obwohl die ganze Säule der rippentragenden Wirbel nicht viel länger und der Schädel fast gleich lang ist. Ich mass die Länge, indem ich einen biegsamen Fischbein-Maassstab an die innere Fläche der Rippen anlegte und den Querdurchmesser mit einem Kalibermaassstab mass. Das Resultat war in Centimetres:

	Skelet Nr. I.	Skelet Nr. II.	Skelet Nr. III.
Länge der ersten Rippe	18	17	17
Grösster Querdurchmesser derselben .	2,6	2,6	2,8
Länge der neunten Rippe	36	39	41,5
Grösster Querdurchmesser derselben .	3,1	3,8	4,1
Länge der sechszehnten Rippe	27,5	28	30
Grösster Querdurchmesser derselben . .	1,9	1,9	2,6

An den 3 Skeletten ist die letzte (17te) Rippe von den übrigen verschieden. Sie ist am Skelet I. auf der linken Seite 18,7 C. M. lang, von der Gestalt der vorletzten, aber nur etwas schlanker, auf der rechten Seite 18,3 C. M. lang und dicker. Beide sind frei und artikuliren nur mit einer rauhen Fläche an dem Ende des 1 C. M. langen Querfortsatzes und gar nicht mit dem Wirbelkörper. Am Skelet II. ist sie auf der linken Seite 5,6, auf der rechten 10,4 C. M. lang, beide sind schmächtig und bestehen eigentlich nur aus den verlängerten Querfortsätzen, die jedoch in einer Entfernung von etwa 5 C. M. durch eine knorpelige Masse unterbrochen und von dort an rückwärts gebogen sind. Bei Nr. III. ist diese Rippe ebenfalls nur der verlängerte, hier vollständig verknöcherte Querfortsatz, 18,5 C. M. lang, an der Basis breit, verschmälert sich von da allmählig, biegt sich über dem Ende des langen Querfortsatzes des Lendenwirbels rückwärts und reicht bis zur Spitze des deshalb schief abgestutzten Querfortsatzes des ersten Schwanzwirbels. Es könnte vielleicht die Frage entstehen, ob diese sogenannten Rippen nach der eben beschriebenen Bildung nicht als einfache, sehr verlängerte Querfortsätze des ersten Lendenwirbels zu betrachten

wären, an welchen sich Bänder zur Unterstützung der Beckenknochen befestigen.[1])

Am Skelet II. und nach Kölliker und Ecker an den in Würzburg und Freiburg aufgestellten Skeletten verbinden sich die 2, an Nr. III. die 3 ersten Rippen durch einen Knorpel mit dem breitesten Theil des Brustbeins. Nach Leydig gehen 6 Rippen, und zwar die 3 ersten unmittelbar, an das Brustbein, während die drei letzten sich durch Knorpel an die dritte Rippe anschliessen. Das Brustbein ist in den 3 Skeletten unsymmetrisch und mit dem hintern Ende bei Nr. I. und III. nach rechts, bei Nr. II. nach links gekrümmt. Bei Nr. I. ist sein vorderer Rand sehr tief ausgeschnitten, bei Nr. II. nur wenig ausgerandet, bei Nr. III. ist er sogar convex. Das Brustbein von Nr. I. ist 16,4 lang und 9,4 C. M. breit, von Nr. II. 15,8 lang und 10,1 breit, von Nr. III. 17 C. M. lang und 9,7 C. M. breit.

Das Skelet I. und II. hat 2, Nr. III., das ein natürliches Skelet ist, nur 1 Lendenwirbel. An I. und II. hat der zweite Lendenwirbel den stärksten Querfortsatz unter allen Wirbeln, die keine Rippen tragen, an Nr. III. der erste Schwanzwirbel, dessen unterer Fortsatz auf der rechten Seite aus einer kleinen Platte besteht, während er auf der linken Seite mit dem des nachfolgenden Wirbels brückenförmig verwachsen ist. An den beiden andern Skeletten ist der untere Fortsatz des ersten Schwanzwirbels von dem des zweiten Wirbels ebenso getrennt und gleich weit entfernt wie an den übrigen Wirbeln, nur zeichnet sich der erste untere Fortsatz durch eine starke Ecke am vordern Rande aus. Fortsätzetragende Schwanzwirbel sind am Skelet I. und II. 12, an Nr. III. 13 vorhanden.

Das Schulterblatt ist von der untersten Ecke des Hinterrandes bis zum obern Rand der Gelenksfläche am Skelet I. 27, an Nr. II. 24, an Nr. III. 23 C. M. lang. Die Gräte ist

---

1) Nach Ecker hat auch der erste Lendenwirbel des Freiburger Skelets einen kleinen, durch Naht anhängenden rippenähnlichen Querfortsatz auf der einen Seite.

einfach wie bei Nr. II., oder hat an ihrem hintern Ende nicht ganz in der Mitte des Schulterblatts eine starke, nach unten gerichtete Ecke, wie an den beiden andern Skeletten. Die Länge des Oberarmknochens von dem Gelenkkopf bis an den äussern Knorren ist an Nr. I. 18,3, an Nr. II. 17,7, an Nr. III. 16,5 C. M. Der Gelenkkopf ist an dem ersten noch nicht, nn den beiden andern nur wenig verwachsen. Der Querschnitt des Mittelpunkts ist abgerundet dreieckig. Die Länge des Ellenbogenbeins ist an Nr. I. 13,4, an Nr. II. 12,5, an Nr. III. 12,9 C. M. An allen drei Skeletten sind Ellenbogenbein und Speiche am obern Ende mit einander verwachsen, am untern Ende bald getrennt, bald verwachsen, was selbst an einem und demselben Thier vorkommt, an allen sind noch die Epiphysen am untern Ende getrennt. Von den Handwurzelknochen ist nur an Nr. III. das Kahn- und Mondbein zu Einem Knochen verwachsen. Die Länge des Mittelhand- und Fingerknochens des vierten und längsten Fingers zusammen ist am Skelet III. 12,5 C. M. Der Zeigefinger an Nr. III. und der an der rechten Hand von Nr. I. hat 3 Glieder, der dritte und vierte Finger von Nr. II. nur 2, an Nr. I. und III. 3 Glieder.

Maassverhältnisse des surinamischen

1. Länge des Schädels von der Oberfläche der Hinterhauptsgelenkköpfe bis zur Spitze der Zwischenkiefer . . . .
2. Grösster Querdurchmesser des Schädels von der äussern Fläche des Jochfortsatzes des Schläfenbeins zur andern . . . .
3. Querdurchmesser des Schädels von der äussern Seite des Orbitalfortsatzes des Jochbeins zur andern . . . .
4. Querdurchmesser des Gesichtstheils, an der hintern obern Vereinigung der Zwischenkiefer gemessen . . . .
5. Querdurchmesser des Hinterhauptsloches . . . .
6. Breite der Gelenktheile des Hinterhauptsbeins, von einem äussern Rand zum andern . . . .
7. Höhe des Hinterhauptsbeines, von der Mitte der Hinterhauptsleiste bis zum untern Rand des Hinterhauptsloches . . . .
8. Breite des Hinterhauptstheils des Hinterhauptsbeines . . . .
9. Länge des Schläfenbeins von der Spitze des Jochbogenfortsatzes bis zum hintern Rand der Schuppe . . . .
10. Grösste Länge des Stirnbeins, von der Spitze des Orbitalfortsatzes bis zum Scheitelbein in der Mittellinie . . . .
11. Länge der Stirnbeine in der Mittellinie . . . .
12. Grösste Entfernung der Stirnbeine von einem hintern Winkel des Orbitalfortsatzes zum andern . . . .
13. Breite der Stirnbeine zwischen der Spitze der beiden Fortsätze des Schläfenbeins, auf dem Schädeldach . . . .
14. Länge der Nasenhöhle, von der Mitte des vorderen Randes der Stirnbeine bis hinten an die Symphysis der Zwischenkiefer . . . .
15. Breite der Nasenhöhle, von dem hintern Ende des einen Zwischenkieferbeins zu dem des andern . . . .
16. Länge des Jochbeins . . . .
17. Höhe des Jochbeins hinter dem Augenhöhlenfortsatz . . . .
18. Länge des Oberkieferbeins von seiner Spitze bis zur Vereinigung mit dem Gaumenbein, in der Mittellinie . . . .
19. Grösste Breite des Oberkieferbeins auf der untern Fläche, von einem äussern Rand des Jochfortsatzes zum andern . . . .
20. Länge des Oberkieferbeins, von dem hintern Ende des Alveolarfortsatzes bis zur Vereinigung der Zwischenkiefer, am untern Rand gemessen . .
21. Länge eines Zwischenkieferbeins . . . .
22. Breite der Zwischenkiefer auf der unteren Seite, an der Vereinigungsstelle mit den Oberkieferbeinen . . . .
23. Länge des Schnauzentheils auf der untern Fläche, von der vordern Seite des ersten Backenzahns bis zur Spitze der Zwischenkiefer . . . . . .
24. Länge von dem hintern Ende des Keilbeinflügels bis zur Spitze der Zwischenkiefer, in gerader Linie gemessen . . . .
25. Entfernung von der äussern Seite des Keilbeinflügels zur andern . . .
26. Breite des Keilbeins zwischen beiden Schläfenbeinen . . . .
27. Breite des Basilartheils des Hinterhauptsbeins zwischen den Felsenbeinen .
28. Länge der Schädelhöhle, von der Siebplatte bis zum obern Rand des Hinterhauptsloches . . . .

Manatus, in Centimetres.

Nr. I. Skelet in Stuttgart.	Nr. II. Skelet in St. Petersburg.	Nr. III. Skelet in Kopenhagen.	Nr. IV. Einzeln. Schädel in Stuttgart.	Nr. V. Skelet in Tübingen (Männch.)	Nr. VI. Einzelner Schädel in Tübingen.	Nr. VII. Skelet in Würzburg. (Weibchen.)	Nr. VIII. Skelet in Freiburg.	Nr. IX. Schädel in Freiburg.	Nr. X. Schädel in Wiesbaden.
33,5	31,7	32,4	26,2	28,9	30,0	28,7	25,6	31,2	33,1
20,9	20,0	19,8	18,1	18,8	20,3	18,6	17,3	schadhaft.	18,7
14,4	16,0	15,2	13,4	14,0	15,7	13,8	13,0	15,4	schadhaft.
3,9	4,7	3,9	3,6	3,8	4,3	3,8	3,7	3,9	4,2
4,3	4,3	4,8	4,5	4,4	4,5	4,7	4,3	4,6	4,7
15,3	14,5	15,5	14,2	14,9	15,1	14,5	13,8	15,1	15,1
8,4	7,8	8,5	7,8	7,8	9,0	7,6	7,4	8,1	8,2
8,9	9,3	9,5	8,3	9,2	9,0	8,9	8,3	9,9	9,7
16,2	15,8	13,6	12,8	13,4	14,7	14,1	12,0	schadhaft.	14,2
15,0	16,0	14,5	11,1	13,8	13,6	13,9	11,1	14,3	16,8
5,3	schadhaft, ca. 9,0	8,1	5,8	7,6	schadhaft, ca. 7,0	8,0	6,1	7,6	9,4
11,4	13,8	12,2	10,8	schadhaft, ca. 10,0	schadhaft, ca. 13,2	9,6	9,5	10,0	schadhaft.
4,0	4,5	3,7	4,7	4,1	4,8	3,4	4,4	4,6	4,0
14,7	schadhaft, ca. 11,6	12,5	8,8	11,0	schadhaft, ca. 11,2	10,7	9,3	11,2	14,3
6,5	5,8	6,0	6,1	5,7	6,8	6,1	5,1	6,1	6,8
15,1	15,5	13,8	11,1	12,9	13,2	12,1	10,9	14,2	14,4
4,3	5,3	4,2	3,7	4,9	4,7	3,8	4,1	4,2	4,2
12,4	12,0	11,9	9,0	11,4	10,5	11,0	9,0	11,8	13,0
13,7	12,8	13,6	13,0	12,4	14,3	13,5	12,0	14,3	schadhaft.
17,7	16,2	16,9	13,2	15,0	15,2	16,0	13,5	17,5	17,4
14,3	13,4	13,6	11,6	12,8	14,2	10,7	10,8	13,6	13,9
4,1	4,1	4,1	3,4	4,4	4,1	3,5	3,8	3,5	4,1
11,6	10,4	d. 1. Zahn fehlt. ca. 11,0	8,9	9,4	10,2	9,2	8,3	d. 1. Zahn fehlt. ca. 10,0	d. 1. Zahn fehlt. ca. 11,5
24,3	23,2	23,2	18,5	20,6	21,4	20,8	18,0	23,4	23,6
7,8	7,9	8,1	7,0	6,3	7,5	7,6	6,1	8,6	7,5
9,7	9,0	9,4	9,5	9,5	9,1	10,1	9,3	9,8	9,6
2,7	2,2	2,3	2,1	2,2	2,1	2,3	2,1	3,0	2,3
10,5	9,0	10,0	9,0	8,5	9,5	9,5	8,5	9,0	10,0

Maassverhältnisse des surinamischen

29. Länge des Unterkiefers, von dem hintersten Rand des Winkeltheils bis zur Spitze der Symphysis (auf der äussern Seite gemessen) . . . . .

30. Weite des Unterkiefers von einem äussern Rand des Gelenkkopfes zum andern.

31. Weite von einer vordern Ecke des Kronfortsatzes zur andern . . . .

32. Höhe des aufsteigenden Astes von der hintern Ecke des Kronfortsatzes bis zum untern Winkel . . . .

33. Höhe des aufsteigenden Astes von der obern Fläche des Gelenkkopfes bis zum untern Winkel . . . .

34. Höhe des Unterkiefers an der Kinnecke . . . .

35. Entfernung von der vorderen Ecke des Kronfortsatzes bis zum hintern Rand des Gelenkkopfes . . . .

36. Grösste Breite der Platte der Symphysis . . . .

37. Länge der Platte vom hintern Rand der Symphysis bis zur Spitze . . .

38. Ganze Länge des Skelets von der Spitze der Zwischenkiefer bis zum letzten Schwanzwirbel, in gerader Linie . . . .

39. Länge des Halstheils, von dem vordern Rand des Atlas bis zum Dornfortsatz des ersten Rückenwirbels . . . .

40. Länge des Rückentheils, von dem vordern Rand des ersten bis zum hintern Rand des letzten Rückenwirbelkörpers . . . .

41. Länge des Lendentheils, von dem vordern Rand des ersten bis zum hintern Rand des zweiten Lendenwirbelkörpers . . . .

42. Länge des Schwanztheils, von dem vordern Rand des ersten Schwanzwirbels bis zum Ende . . . .

43. Zahl der Halswirbel . . . .

44. Zahl der Rückenwirbel . . . .

45. Zahl der Lendenwirbel, d. h. solche, die weder Rippen noch untere Fortsätze haben . . . .

46. Zahl der Schwanzwirbel . . . .

47. Zahl der Rippen . . . .

Manatus, in Centimetres.

Nr. I. Skelet in Stuttgart.	Nr. II. Skelet in St. Petersburg.	Nr. III. Skelet in Kopenhagen.	Nr. IV. Einzeln. Schädel in Stuttgart.	Nr. V. Skelet in Tübingen.	Nr. VI. Schädel in Tübingen.	Nr. VII. Skelet in Würzburg. (Weibchen.)	Nr. VIII. Skelet in Freiburg.	Nr. IX. Schädel in Freiburg.	Nr. X. Schädel in Wiesbaden.	Nr. XI. Skelet in Berlin.
22,3	22,5	20,9	17,5	18,9	20,0	19,0	17,3	21,5	22,2	
16,3	15,7	16,4	14,5	15,7	16,0	16,4	14,4	17,4	16,2	
9,0	9,7	9,8	9,2	8,6	9,8	8,3	8,7	9,4	8,5	
14,8	14,0	13,6	10,7	12,5	12,5	11,5	10,7	12,5	12,7	
14,0	13,2	12,7	9,5	12,3	11,4	11,5	9,7	12,7	12,9	
6,3	6,4	5,9	5,1	5,6	6,3	5,3	4,9	5,9	6,9	
10,2	8,7	8,9	6,9	7,7	8,0	8,2	7,2	9,0	8,9	
4,0	3,6	3,9	3,1	3,7	3,2	3,5	3,2	3,7	4,0	
5,6	6,1	5,5	4,5	5,0	5,5	5,0	4,0	5,5	5,8	
3—4 Schwanzwirbel fehlen.				nach Leydig.		nach Kölliker	nach Ecker.			n. E. v. Martens.
ca. 206	202	225		168		167	149			236
10,3	11,5	13,0		7		8,5	9			10,4
80,5	80,7	88,5		62		61	53,5			90
9,6	10,0	n. 1 Lendenwirb. 5,6		12		8	} 65			} 106
3—4 Schw.-wirbel fehlen. ca. 75	70,0	82,0		55		57				
6	6	6		6		6	6			6
17	17	17		16		16	16			17
2	2	1		3		2	2			2
ca. 25—26	24	28		24		24	24			26
17	17	17		16		16	16			17

Ueber die Seitenlinien und das Gefässsystem der *Nematoden*.

Von

A. Schneider.[1])

(Hierzu Taf. XV.)

Bekanntlich verlaufen an der innern Fläche der Leibeswand der Nematoden durch die ganze Länge 4 Linien, 2 breitere Seitenlinien, 2 schmälere Medianlinien, die eine am Rücken, die andere am Bauche, welche 4 Felder begränzen, die von den Muskeln eingenommen werden. Die Querschnitte an verschiedenen Stellen des Körpers sind also bei derselben Species wesentlich gleich. Vergleicht man aber die Querschnitte verschiedener Species, so findet man, dass, während die Breite der Medianlinien zum Leibesumfange immer in gleichem Verhältniss und verschwindend klein bleibt, die Breite der Seitenlinie sehr schwankt. So verhält sich z. B. die Breite der Seitenlinien zur Breite eines Muskelfeldes bei *Ascaris marginata* wie 1 : 8, bei *Filaria papillosa* wie 1 : 2, bei andern — und die Zahl derselben wird sich durch weitere Beobachtung wohl noch vermehren lassen — haben sie vollkommen gleiche Breite, z. B. bei *Leptodera flexilis* (Duj.)[2]),

1) Der wesentliche Inhalt dieses Aufsatzes wurde vorgetragen in der Gesellschaft naturforschender Freunde zu Berlin am 16. Februar 1858.

2) Ich benutze diese Gelegenheit, um einen Irrthum zu berichtigen, der sich in dem Aufsatze „Ueber Bewegungen an den Samenkörperchen der Nematoden (Monatsbericht der Berliner Akademie, 10. April 1856) befindet. Das dort erwähnte *Angiostoma Limacis* (Duj.) ist identisch mit *Angiostoma Limacis* Will, (Wiegmann's Archiv 1847 Bd. I. S. 174) und mit *Anguillula mucronata* Grube, (Wiegmann's Archiv 1849, S. 361). Schon Will war unsicher geblieben, ob sein *Angiostoma* mit dem Dujardin's übereinstimme. Auch mir war der Unterschied

Oxyuris spirotheca (Györy, Juliheft der Sitzungsberichte der Akademie zu Wien, math. naturw. Klasse 1856), *Hedruris androphora* (Nitzsch). Denkt man sich einen der genannten Nematoden der Länge nach aufgeschnitten und den Cylindermantel aufgerollt, so ist derselbe in 6 gleiche Längsfelder getheilt. 1 Seitenfeld, 2 dorsale Muskelfelder, 1 Seitenfeld, 2 ventrale Muskelfelder, denn die Bezeichnung „Seitenlinie" kann dann nicht mehr festgehalten werden. Die 6-Zahl wird in Zukunft um so mehr Beachtung verdienen, als sie sich auch in andern Theilen der Nematoden wiederfindet. Bei mehreren *Strongylus* und *Spiroptera*-Arten kommen 6 Mundlippen vor und aus den in den Lippen vieler 3-lippigen vorkommenden 2 Zapfen lässt sich schliessen, dass jede Lippe in der That zweien entspricht. Der Querschnitt der innern Oesophagushöhle kann nicht nur 3seitig, wie meist angegeben wird, sondern auch 6seitig sein. Ein Beispiel dafür ist *Oxyuris spirotheca*. Bei dieser Species senkt sich auch der Oesophagus mit 6 festen Zäpfchen in den Darm ein. Eine spätere Besprechung der Mundtheile wird mir Gelegenheit geben, dieses morphologische Thema weiter auszuführen.

Doch nicht blos durch die Grössenverhältnisse unterscheiden sich Medianlinien und Seitenfelder, sondern auch durch den anatomischen und histologischen Bau.

Bis jetzt sind die Seitenfelder mikroskopisch noch wenig untersucht. Die älteren Angaben von Cloquet und Boja-

---

aufgefallen, doch berührte ich ihn nicht weiter, da er von Will schon hinreichend erörtert war. Herr Guido Wagener, dem ich damals diesen Wurm mittheilte, bemerkte mir ebenfalls seinen Zweifel an der Richtigkeit der Diagnose (vergl. Claparède über Eibildung und Befruchtung der *Nematoden*, Ztschr. f. w. Z. Bd. IX. S. 127). Indess gab derselbe zu, dass sich die Sache nicht entscheiden lasse. Später habe ich nun das wahre *Angiostoma L.* (Duj.) gefunden und mich überzeugt, dass Will und ich im Irrthum waren. Ich halte deshalb das dort erwähnte *A.* für Dujardin's *Leptodera flexilis*, welches ebenfalls in einer Limax-Art schmarotzt. Die Diagnose der *Leptodera flexilis* ist bei Duj. zwar nicht hinreichend scharf, aber in keiner Weise dieser Bestimmung entgegen. Ich muss jedoch die Begründung dieser Ansicht einem späteren Aufsatze überlassen.

nus sind richtig, aber unsern jetzigen Ansprüchen nicht genügend. Walter (Beiträge zur Anatomie und Physiologie von *Oxyuris ornata*, Ztschr. f. w. Z. VIII. S. 176) giebt an, dass bei *Oxyuris ornata* an Stelle der 4 Längslinien 4 Schläuche herablaufen, bestehend aus einer structurlosen Membran und einem Inhalt von feinen und gröberen Fettkörnern. Da *Oxyuris ornata* hier nicht vorzukommen scheint, kann ich leider diese Angabe nicht prüfen. Doch habe ich bei einigen 20 von mir untersuchten Nematoden nie die Seitenfelder den Medianlinien gleichgebildet gefunden.

Meissner in seinen schönen Untersuchungen erwähnt von *Mermis albicans* und *nigrescens* 3 Zellenschläuche, welche er für entfernte Analoga der 4 Längslinien der Nematoden hält (Ztschr. f. w. Z., V., S. 220 und VII S. 32). Bekannt sind mir dieselben aus eigener Anschauung nur bei *M. nigrescens*. Obgleich Meissner im Text alle 3 Schläuche gleich behandelt, hat er doch einen nicht unwichtigen Unterschied in seinen Figuren richtig wiedergegeben. 2 derselben unterbrechen in ihrer ganzen Breite die Muskelschicht, der 3te, nämlich der bauchständige, liegt auf den Muskeln und senkt sich nur mit einem dünnen Fortsatz dazwischen. Der Unterschied ist in der That noch bedeutender, als schon an Meissner's Querschnitten hervortritt (Bd. V. Taf. XI., 1 und Bd. VII. Th. I., 1). Die 2 ersteren Zellenschläuche können daher wohl den Seitenfeldern der Nematoden verglichen werden, obgleich sie nicht genau lateral stehen. Auch durch die Betrachtung des feineren Baus ist dieser Unterschied zu rechtfertigen, doch muss ich dies Andern überlassen, denen dieser seltene Wurm in grösserer Menge zu Gebote steht.

Das Seitenfeld besteht im Allgemeinen aus einem Wulste, welcher nach innen frei vorspringt oder mit der äussern Schicht des Darmes sich durch Membranen verbindet, nach aussen in eine körnige Schicht übergeht, welche zwischen Muskeln und Haut liegt.

Durch einen Spalt ist dieser Wulst oft in 2 gleiche Hälften getheilt, so bei den grösseren Ascariden, *Filaria piscium* und andern. (Fig. 3B.)

Der histologische Bau zeigt verschiedene Modificationen. Bei *Oxyuris spirotheca* besteht dasselbe aus einer feinkörnigen Substanz, welche jederseits von einer Reihe Zellen eingefasst ist (Fig. 1.). Zwei Reihen dicht aneinander liegender Zellen — oder vielmehr Kerne, da die Zellwände nicht sichtbar sind — zeigeu *Ascaris acus* und *nigrovenosa*, *Cucullanus elegans*.

Bei den beiden Ascariden, besonders bei *Ascaris acus* liegt dazwischen noch eine dritte Reihe kleinerer Kerne (Fig. 2). Aus einer homogenen, feingranulirten Grundsubstanz mit vielen regellos eingestreuten Kernen besteht das Seitenfeld von *Filaria piscium*, *papillosa* und *Dacnitis esuriens*. Ohne Spur cellularer Zusammensetzung ist dasselbe bei *Ascaris marginata*, *megalocephala*, *lumbricoides* und *Spiropteca obtusa*. Dass aber ursprünglich jedes Seitenfeld in irgend einer Weise cellular zusammengesetzt war, kann man wohl vermuthen. In der That bemerkt man an älteren Exemplaren von *Ascaris acus*, dass sich die Wände der grossen Kerne auflösen und die Nucleoli zerstreuen. Hiermit ist der Bau der Seitenlinie keineswegs erschöpft.

Schon ältere Beobachter, Cloquet in seiner gekrönten Preisschrift: Anatomie des vers intestinaux, Paris 1824, S. 39, und Bojanus Isis, 1821, beschreiben ein im Seitenfelde der grösseren Ascariden verlaufendes Gefäss so deutlich, dass es wunderbar ist, wie es in neuerer Zeit hat so gänzlich vergessen werden können. Das Gefäss liegt in dem oben erwähnten Spalt, welcher das Seitenfeld theilt. Besonders bei *Ascaris megalocephala* ist es sowohl an frischen, als in Chromsäure erhärteten Exemplaren auf weite Strecken leicht zu isoliren und durch die ganze Länge des Thieres zu verfolgen. An Querschnitten kann man sich auch überzeugen, dass man nicht etwa einen soliden Strang vor sich hat. Das eigentliche Gefässrohr besteht aus einer gelblichen, das Licht stark brechenden Substanz, welche nach aussen von einer hellen, fein granulirten Masse umgeben wird.

Das Gefäss habe ich weiter gefunden an *Ascaris acus*[1]),

---

1) Bojanus (l. c.) glaubt an dem Seitengefässe der *A. acus* Stigmata erkannt zu haben, welche sich zu öffnen und schliessen

marginata, *lumbricoides*, *Spiroptera obtusa*. Bei den kleineren Nematoden ist dasselbe so zart, dass es nur am unverletzten oder höchstens durch Quetschen entleerten Thiere, niemals aber an dem durch Aufschneiden freigelegten Seitenfelde, erkennbar ist. Es erscheint dann als ein scharf begränzter, gerade oder wellig laufender röthlicher Streifen, ähnlich dem Wassergefässsystem der Cestoden, Trematoden und Turbellarien. In dieser Weise konnte ich es nachweisen bei *Ascaris acuminata*, *Strongylus auricularis* [1]), *Angiostoma Limacis*, *Leptodera flexilis*, *Dacnitis esuriens* (Duj.), *Hedruris androphora* (Fig. 4—8). Noch eine weitere Beobachtung von Bojanus und Cloquet konnte ich bestätigen und auf eine grössere Anzahl von Nematoden ausdehnen, nämlich die, dass die Gefässe am Vorderende anastomosiren. Bald vereinigen sich 4 Gefässe, deren 2 von vorn, 2 von hinten kommen, bald nur 2 von hinten kommende, so dass der vordere Theil des Seitenfeldes gefässlos ist. Der Gefässbogen liegt meist in einer eigenthümlichen Brücke, welche entweder von faseriger Structur ist, wie bei *Ascaris megalocephala* (Fig. 3 A.) oder aus einer homogenen Grundsubstanz mit eingestreuten Kernen besteht. wie bei *Spiroptera obtusa*. Auch scheint der Fall einzutreten, dass die Wulst des Seitenfeldes bei der Anastomose mit herüber tritt, wie bei *Dacnitis esuriens* (Fig. 8).

Einen ferneren Schritt zur Aufklärung dieses Gegenstandes hat Siebold gethan, als er an der Bauchseite der Nematoden einen Querspalt der Haut entdeckte, von welchem sich in verschiedener Richtung Schläuche erstrecken, entweder 4 und zwar 2 nach hinten, 2 nach vorn oder nur 2 nach hinten. In der That hat damit Siebold die Mündung der Seitenge-

---

scheinen. Diese Stigmata sind aber jene mit dem Gefäss verwachsene mittlere Kernreihe, deren wir oben gedachten. Wenn auch die beiden seitlichen Kernreihen aufgelöst sind, besteht die mittlere noch fort.

1) G. Wagener (über *Dicyema*, Müller's Archiv 1857 S. 363) erwähnt wahrscheinlich dieselben Gefässe von *Strongylus auricularis*. Die von dem geehrten Forscher angenommenen Seitenäste können wohl existiren, ich glaube aber nicht, dass sie aus dem Seitenfelde heraustreten.

fässe gefunden. An *Ascaris megalocephala* gelingt es wirklich, den Ausführungsgang im Zusammenhange mit der Querspalte der Haut und dem Gipfel des Gefässbogens zu präpariren. Bei den andern Ascariden, so bei *A. marginata*, *lumbricoides*, ist dies schwieriger, man findet meist nur die Querspalte und den Ausführungsgang und nicht einmal diese fand ich bei *Ascaris acus*. In allen übrigen von mir genannten Fällen überzeugt man sich leicht von der Existenz des Ausführungsganges und seinem Zusammenhange mit dem Gefässbogen. Eine Anzahl Abbildungen siehe Fig. 4—8.

Die Ausmündung liegt immer auf der Bauchlinie, bei den grösseren Ascariden 2''' etwa vom hintern Lippenrand, bei den andern theils vor, theils etwas hinter dem Oesophagusende.

Der Ausführungsgang zeigt 2 Modificationen. In allen von mir untersuchten Fällen ist er ein dünnwandiges Rohr. Nur bei *Ascaris acuminata* besteht er aus einer Ampulle, auf welcher der Gefässbogen aufsitzt, ohne dass man, um die Wahrheit zu sagen, die Einmündung sehen könnte. Ziehen wir aber noch die Fälle heran, in denen zwar der Ausführungsgang, nicht aber die Gefässe bekannt sind, so ist die letztere Modification noch bei *Oxyuris spirotheca*, *obvelata* und vielleicht auch *ornata*[1]) zu finden. Bei *Oxyuris spirotheca* ist diese Ampulle schon von Göyry (l. c.) erwähnt. Dieselbe ist nach vorn in 2 Zipfel ausgezogen und besteht aus einer ventral gelegenen, beckenförmigen Hälfte von fester Substanz und einer darüber liegenden membranösen Blase. Noch eigenthümlicher ist die Ampulle der *Oxyuris obvelata* (Duj.). In gleichem Abstand von dem Oesophagusende und der Vulva befindet sich auf der Bauchlinie ein längliches rhomboidales Feld, welches in seiner Mitte durchbohrt ist, und auf dessen Rändern eine grosse faltige Blase — unsere Ampulle — aufsitzt.

Bei dieser grossen Verbreitung des Gefässsystems darf man dasselbe wohl als ein nothwendiges Glied in der Orga-

---

1) So wenigstens deute ich mir die Beobachtung Walter's (l. c.) und nicht als Saugnapf.

nisation der Nematoden betrachten. Trotzdem habe ich bei einigen sorgfältig darauf untersuchten Species nicht ein Stück desselben finden können, z. B. *Cucullanus elegans* und *Oxyuris vermicularis.*[1]) Aber gesetzt auch, dass es einzelnen Species oder ganzen Familien fehlte, braucht es noch nicht, wo es sich bis jetzt unserm Blick entzog, in Wirklichkeit zu fehlen. Selbst wenn man bei einer Species das Gefäss deutlich erkannt hat, ist es an einzelnen Individuen nicht aufzufinden. Sollten nicht in bestimmten Nahrungsverhältnissen die Gefässwände collabiren? Wie oft sucht man bei Infusorien vergeblich nach den contractilen Stellen.

Schon oben haben wir die Aehnlichkeit unserer Gefässe mit dem excretorischen Wassergefässsystem der Trematoden u. s. w. berührt. Sehen wir von der Verschiedenheit der Anordnung ab, so fehlte nichts, um diese Aehnlichkeit vollständig zu machen, als die Anwesenheit von Wimperlappen und einer Strömung. Weniger Gewicht würde auf die Wimperlappen zu legen sein, da dieselben vielen Trematoden ebenfalls fehlen (siehe darüber Aubert Ztschr. f. w. Z. Bd. VI. S. 357), auch ein eigentliches Wimperepithelium bei Nematoden überhaupt nicht vorzukommen scheint.[2]) Wichtiger wäre es, in den Gefässen eine Strömung nachweisen zu können, doch ist dies bis jetzt nicht gelungen. Ein Stück des Seitenfeldes von *Ascaris megalocephala* wurde auf Harnsäure geprüft mit negativem Erfolge.

Noch ein eigenthümliches Gefässsystem müssen wir

---

1) *Filaria papillosa*, dessen Seitenfeld oben erwähnt wurde, habe ich leider nicht gehörig untersucht.

2) Bildungen, welche den Wimperepithelien sehr ähnlich sind, nur dass sie keine Bewegungen zeigen, kommen auch bei Nematoden vor. So unzweifelhaft an dem vordern Abschnitt des Vas deferens von *Ascaris acus*. Der dichtgedrängte Pelz feiner Härchen, welcher auf der innern Fläche des Darmes vieler Nematoden vorkommt, ist von Kölliker (Verh. d. phys.-med. Gesellschaft in Würzburg Bd. VIII. über secundäre Zellmembranen etc.) für den Ausdruck von Porenkanälen gehalten worden. Unter Einfluss von Wasser heben sich Stücke des Epithels blasig ab, die Härchen treten dadurch weiter auseinander und man erkennt, dass sie keiner continuirlichen Membran angehören.

besprechen, welches Siebold von *Filaria piscium* und *Ascaris osculata* beschrieben hat (Siebold vergl. Anatomie S. 135). Es ist mir aus eigener Anschauung nur von *Filaria piscium* bekannt. Die Beschreibung Siebold's ist richtig, doch glaube ich dieselbe in einigen Punkten vervollständigen zu können. Durch die ganze Länge des Thieres läuft ein Band, bestehend aus einer feinkörnigen Substanz, in welche viele schöne bläschenartige Kerne mit Nucleolis eingestreut sind. In der Substanz unterscheidet man noch einen langen elliptischen Körper, welcher in einer Art Höhle liegt. Von vorn bis in die Mitte füllt es den Raum zwischen den beiden Seitenfeldern vollkommen aus, dann wird es schmäler und man erkennt, dass es zwischen den beiden Wülsten (siehe oben) der rechten Seitenlinie festgeheftet ist. An dem freien Rand befestigt sich ein Frangenwerk von Zellen mit Ausläufern und Strängen (Fig. 9 A. c.). Durch dieses Band zieht sich ein Kanal, zwar ohne membranöse Wand, aber durch eine festere Schicht, von der umgebenden Substanz getrennt, bald gerade, bald leicht geschlängelt, bald Ausläufer rechts und links abgebend, bald sich theilend und wieder vereinigend. Am Hinterende verschwindet er mit dem dünner werdenden Bande zwischen den Wülsten der Seitenfelder. Auch am vordern Ende konnte ihn Siebold nicht weiter verfolgen. Reisst man aber den Wurm mit einer scharfen Nadel der Länge nach auf, und dies gelingt vermöge einer besondern Eigenschaft seiner Haut sehr leicht, so erkennt man, dass der Kanal am Vorderende aus dem Bande heraustritt, sich eine ziemliche Strecke erst nach hinten biegt, dann vorn an der Linie, wo die Lippen beginnen, die Haut durchbohrend nach aussen mündet. Ob die Mündung seitlich, dorsal oder ventral liegt, konnte ich nicht ermitteln. Denn am unverletzten Thiere ist nichts von dem Kanal zu sehen. Trotzdem man sich durch eigene Präparation leicht von diesem Verhalten überzeugt, wäre es doch nicht gelungen, auf diese Weise eine überzeugende Abbildung zu verfertigen. Dies gelang mir aber vollständig, wie ich glaube, an einer Anzahl Filarien, welche über 2 Jahre in einer Mischung von

Glycerin und Alkohol gelegen hatten. Ich verdanke sie der Güte der Herren Claparède und Lachmann aus ihrer norwegischen Sammlung. Durch einiges Zupfen gelingt es hier leicht, den gesammten Muskelcylinder von der Haut zurückzuschieben, so dass der erwähnte Kanal, an seiner Mündung angeheftet, zurückbleibt. (Fig. 9B.)

Ob dieser Kanal ein besonderes Organ vorstellt oder zu dem eben beschriebenen Gefässsystem gehört, ist schwer zu sagen. Trotz sorgfältiger Untersuchung der Haut habe ich auf der Bauchseite keine Ausmündungsstelle gefunden. Wollte man diesen apagogischen Beweis gelten lassen, so sind immer noch zwei Fälle möglich. Entweder das linke Seitengefäss fehlte ganz oder es hat sich uns nur entzogen und anastomosirt mit dem rechten. In beiden Fällen repräsentirt das jetzt bekannte nur das auf einer Seite besonders stark entwickelte Seitengefäss, wofür ich noch als eine entfernte Analogie anführen könnte, dass bei *Spiroptera obtusa* das eine Seitenfeld immer in der Dicke stärker entwickelt ist als das andere.

Um die Beschreibung des Seitenfeldes zu vervollständigen, müssen wir noch 4 eigenthümlicher Organe gedenken, deren jederseits 2 in der Gegend zwischen Gefässmündung und Vulva auf den Seitenfeldern mehrerer Ascariden (*Ascaris megalocephala*, *lumbricoides*, *marginata*) liegen. Dieselben sind schon von Bojanus als „büschelförmige Körper" richtig beschrieben und ihrer Lage nach abgebildet worden, seitdem aber, wie es scheint, ganz unbeachtet geblieben. Hr. N. Lieberkühn hat dieselben, ohne Bojanus' Beobachtung zu kennen, vor mehreren Jahren wiedergefunden und über ihren Bau in der Gesellschaft naturforschender Freunde berichtet. Hoffentlich wird derselbe seine Beobachtung bald veröffentlichen.

Zum Schluss geben wir eine tabellarische Uebersicht unserer Kenntniss vom Gefässsystem der Nematoden, die sich durch genauere Durchsicht der älteren Litteratur vielleicht noch vervollständigen liesse.

Versuche über den Tonus des Blasenschliess-muskels.

Von

Dr. Rudolf Heidenhain und Dr. August Colberg
in Halle.

(Hierzu Taf. XVI.)

Vor zwei Jahren hat der Eine von uns[1]) durch Versuche nachgewiesen, dass die eine Zeit lang unter den Physiologen sehr allgemein verbreitete Lehre vom Muskeltonus für die willkürlichen quergestreiften Muskeln abgewiesen werden muss. Untersuchungen von Auerbach[2]) und Wundt[3]) haben seitdem das Resultat jener Experimentalarbeit bestätigt, welches dahin lautete, dass die animalen Muskeln keinen vom Nervensysteme abhängigen Tonus besitzen.

Was die vegetativen Muskeln betrifft, so waren über einen etwaigen Tonus derselben keine directen Versuche angestellt worden, doch wurde aus mehreren Gründen ein Tonus der Sphincteren für sehr wahrscheinlich gehalten. Die hierauf bezügliche Stelle der oben erwähnten Arbeit lautet:[4]) „Man hat das Verhalten der Sphincteren als Beweis für eine continuirliche, unwillkürliche, vom Rückenmarke abhängige, also

1) R. Heidenhain, Physiologische Studien. Berlin 1856. Art. I „Historisches und Experimentelles über Muskeltonus."

2) Jahresbericht der schlesischen Gesellschaft für vaterländische Cultur. 1856.

3) Die Lehre von der Muskelbewegung von Wilh. Wundt. Braunschweig 1858, p. 44 u. f.

4) a. a. O. p. 30.

„tonische“ Action angeführt. Und es ist dies in der That ein Factum, dem sich Nichts entgegenstellen lässt..... Dem unbefangen Urtheilenden drängt sich die Annahme auf, dass die Sphincteren in einer continuirlichen unwillkürlichen Thätigkeit begriffen sind.“

L. Rosenthal[1]) citirt in seiner unter v. Wittich's Leitung geschriebenen Inaugural-Dissertation diese Sätze und veröffentlicht zur Widerlegung derselben Versuche, welche (wir halten uns an den Schliessmuskel der Blase) in folgender Weise an todten Thieren angestellt wurden. Nach Unterbindung eines Harnleiters wurde in den andern eine Messingcanüle eingesetzt, die mit einem langen Gummischlauche in Verbindung stand. Der letztere war mit seinem andern Ende an einen Glastrichter befestigt, der mit Wasser angefüllt wurde. Das Wasser drang in die Blase und füllte diese unter einem Drucke, welcher durch den jedesmaligen senkrechten Abstand zwischen dem Wasserniveau in dem Trichter und derjenigen Horizontalebene, in welcher die Blase lag, gegeben war. Durch allmählige Vergrösserung dieses Abstandes konnte der Druck in der Blase so weit gesteigert werden, dass der Schliessmuskel sich öffnete und das Wasser aus der Harnröhre herauszutröpfeln begann. Derjenige Druck, bei welchem das Wasser zuerst abfloss, gab das Maass für die Kraft, welche zur Eröffnung des Blasenschliessmuskels nöthig war. Es fand sich nun an todten Kaninchen, dass ein Druck von 90—100 Centimeter Wasser nöthig war, um den Sphincter zu eröffnen. Daraus wurde geschlossen: „Da die Blase unter Umständen, wo von keinem Sphincteren-Tonus die Rede ist, Wasser unter einem Drucke zurückhalten kann, der im Leben kaum jemals übertroffen wird, ist die Annahme eines Sphincteren-Tonus überflüssig.“ Es wird die Ansicht aufgestellt, dass der Sphincter die Function, die Blase zu schliessen, vermöge seiner blossen Elastizität vollzieht.

1) De tono musculorum tum eo imprimis, qui sphincterum tonus vocatur. Diss. inaug. Regimonti Pr. 1857.

Wären die Versuche, auf welche sich der obige Ausspruch stützt, tadelfrei, so würden sie allerdings ein Gewicht gegen den Tonus in die Wagschale legen, obschon sie die Frage nicht entscheiden können. Denn es bliebe immer noch die Annahme, dass der Sphincter im lebenden Thiere einen noch höhern Druck zu tragen im Stande ist, als jenen am todten Thiere gemessenen, — eine Annahme, welcher a priori um so weniger etwas im Wege steht, als der Druck, bis zu welchem sich die Blase im lebenden Thiere füllen kann, niemals ermittelt worden ist. Wir werden nun aber im Folgenden nachweisen, dass sich in jene Versuche selbst unbegreifliche Irrthümer eingeschlichen haben, die ihnen jeden Werth in Bezug auf die obschwebende Frage nach dem Sphincteren-Tonus nehmen.

Bevor wir zur Erörterung unserer Versuche übergehen, müssen wir noch einige Worte über die Bezeichnung „Tonus" vorausschicken. Wir werden darthun, dass der Schliessmuskel der Blase im lebenden Thiere einen beträchtlich höhern Druck zu tragen im Stande ist, als unmittelbar nach dem Tode, und glauben demnach diesem Muskel einen „Tonus" zuschreiben zu dürfen. Diese Bemerkung ist nöthig gegenüber einer Auslassung von Wundt, in welcher dieser Forscher sich über die Sphincteren-Thätigkeit ausspricht.[1]) Soweit wir ihn verstehen, nimmt er eine continuirliche, willkürliche, vom Nervensystem abhängige Thätigkeit der Sphincteren an. Er bestreitet aber, dass diese Thätigkeit eine tonische genannt werden dürfe. Denn eine continuirliche Thätigkeit sei es nicht allein, die zum Wesen des Tonus gehören soll, sondern es sei zugleich der geringe Grad der Erregung für den Tonus charakteristisch. „Nun befinden sich aber die Sphincteren stets in dem gewöhnlichen Maasse ihrer Thätigkeit, es giebt bei ihnen keinen Wechsel zwischen der scheinbaren tonischen Ruhe und einem stärkern Grade der Zusammenziehung; der einzig mögliche Wechsel ist der Uebergang in den erschlafften Zustand, wie dies beim sph.

1) a. a. O. p. 45.

ani z. B. nach Verletzungen des Rückenmarkes, bisweilen auch in der Narcose stattfindet. Damit, dass die Contraction der Sphincteren unwillkürlich und unbewusst vor sich geht, ist für ihre tonische Natur, wie sich von selbst versteht, gar Nichts bewiesen." Wundt will also die Bezeichnung des Tonus für eine continuirliche, unwillkürliche, vom Nervensysteme abhängige Thätigkeit der Muskeln nur dann gelten lassen, wenn die Muskeln zu gewissen Zeiten in eine stärkere Contraction gerathen, als es jene unwillkürliche Zusammenziehung ist. Selbst wenn wir dieser Einschränkung des Tonusbegriffes beipflichten wollten, wüssten wir nicht, woher Wundt die Gründe nimmt, die Möglichkeit einer zeitweiligen Verstärkung der Thätigkeit der Schliessmuskeln über das „gewöhnliche Maass" zu bestreiten. Uns sind solche Gründe aus der Physiologie nicht bekannt. Es scheint im Gegentheile mehr als wahrscheinlich, dass zu gewissen Zeiten, wenn den Schliessmuskeln grössere Leistungen zugemuthet werden, eine Verstärkung ihrer Thätigkeit eintritt. Doch abgesehen hiervon können wir nach der ganzen historischen Entwickelung des Tonusbegriffes es nicht zugeben, dass der relativ geringe Grad der Muskelthätigkeit ein wesentliches Merkmal für die „tonische" Action sei. Wesentlich und für die allgemeine Nerven- und Muskelphysiologie wichtig sind zwei Momente, welche der „Tonus" implicirt, erstens die Fähigkeit der Centralorgane, ununterbrochen ohne Willensimpuls erregend zu wirken, zweitens die Fähigkeit der Nerven und Muskeln, anhaltend thätig zu sein. Diese beiden Punkte sind bei jener Frage auch immer in den Vordergrund getreten; auf den Thätigkeits**grad** ist höchstens insofern ein Accent gelegt worden, als da, wo an Muskeln anhaltende unwillkürliche Thätigkeit neben der zeitweisen willkürlichen angenommen wurde, erstere evident geringer sein musste als letztere. Es ist aber nie ausgesprochen worden, dass wo nur jene erstere Thätigkeit vorkäme, diese deshalb nicht als „tonische" bezeichnet werden dürfe. Wir glauben demnach im Rechte zu sein, wenn wir von einem Tonus des Blasenschliessmuskels in dem Sinne reden, dass wir dar-

unter eine unwillkürliche, continuirliche, vom Nervensysteme abhängige Zusammenziehung des Muskels verstehen, — die eben manche Physiologen mit Rücksicht auf den Mangel des Tonus bei den animalen Muskeln zu leugnen geneigt sind.

Unsere Versuche wurden nach zwei Methoden angestellt, von denen nur die zweite recht schlagende Resultate gab. Doch berücksichtigen wir auch die erste Methode, weil sich auch aus dieser schon gewisse brauchbare Schlüsse ziehen liessen.

I. Die Thiere wurden mit dem Rücken auf ein Brett gebunden, die Bauchdecken durch einen ausgiebigen Längs- und Querschnitt so weit getrennt, dass die Bauchpresse nicht mehr auf die Blase wirken konnte, dann der eine Harnleiter unterbunden und in den andern eine mit einem Zahne versehene Canüle eingesetzt, die andrerseits durch einen Gummischlauch mit dem untern Ende einer nach Millimetern graduirten Glasröhre in Verbindung stand. Die letztere, vertikal an einem passenden Gestelle befestigt, diente als Wassermanometer. Wir füllten die Röhre mit Wasser von beiläufig 35—40° C. so hoch, dass die Blase unter eine stärkere Spannung gerieth, als der Schlussfähigkeit des Sphincter entsprach. Die Folge war, dass aus der Harnröhre ununterbrochen Wasser abfloss. Da aber der Abfluss aus der Blase durch Zufluss aus dem Manometerrohre ersetzt wurde, musste die Wassersäule in dem letzteren sinken. Wir hofften, es werde schliesslich ein fester Stand des Wassermanometers eintreten, entsprechend dem Drucke, welchen der Schliessmuskel des lebenden Thieres vermöge seiner elastischen Kraft vermehrt um die von uns vorausgesetzte tonische Contractionsgrösse zu tragen vermochte. War dies erreicht, so beabsichtigten wir durch Blausäurevergiftung die tonische Action des Schliessmuskels zu vernichten, so dass er dem Wasserdrucke nur noch vermöge seiner Elastizität Widerstand leistete. War Tonus vorhanden, so musste mit dessen Wegfall nach der Vergiftung der Sphincter sich öffnen und so lange Wasser abfliessen, bis das Manometer zu demjenigen Drucke gesunken war, welcher der elastischen

Kraft des Muskels gleich war. Dieser Gang der Dinge musste erwartet werden, wenn unsere Hypothese sich bewährte. War sie dagegen falsch, schloss der Sphincter, wie v. Wittich und Rosenthal aus ihren Versuchen ableiteten, nur vermöge seiner Elastizität, so musste er nach dem Tode im Stande sein, dieselbe Wassersäule zu tragen, die er während des Lebens getragen hatte, er durfte sich nach der Vergiftung nicht öffnen, das Manometer also nach dem Tode nicht sinken. — So einfach diese Betrachtung war, so lehrte die Erfahrung bald, dass wir einen Punkt übersehen hatten, welcher in den Verlauf des Versuches sehr störend eingriff. Die Thiere entleerten nämlich ab und zu während des Experimentes die Blase mehr oder weniger vollkommen durch Contraction des Detrusor. Die Wassersäule im Manometer sank, während das Wasser aus der Blase floss, sie sank aber auch noch, wenn der Sphincter wieder schloss, weil die entleerte Blase sich von Neuem auf Kosten des Manometers füllte, und dieses Sinken war ziemlich beträchtlich, weil das Lumen der Glasröhre ziemlich enge war im Verhältniss zum Rauminhalte der Blase. Kaum hatte sich ein constanter Manometerstand wiederhergestellt, so wiederholte sich der Vorgang von Neuem, bis das Thier durch mehrfache Entleerungen der Blase das Glasrohr zum grossen Theile gleichsam ausgepumpt hatte. Die Blasenentleerungen hörten erst dann auf, wenn die Druckhöhe im Manometer verhältnissmässig sehr niedrige Werthe erreicht hatte, wie es scheint, weil erst dann die Spannung der Blase dem Thiere nicht mehr unbequem war. Auf diesem Punkte blieb dann die Druckhöhe längere Zeit constant. Wurde jetzt vergiftet, so öffnete sich nach einiger Zeit, ohne dass eine active Contraction der Blase bemerklich gewesen wäre, der Sphincter, und das Manometer sank noch etwas, doch meistens nur wenig, offenbar weil durch die voraufgegangenen Blasenentleerungen die Druckhöhe schon der Grenze nahe gebracht war, welche dem elastischen Widerstande des Schliessmuskels entsprach.

Um trotz dieser störenden Schwierigkeiten wenigstens zu

einer vorläufigen Ansicht über die obschwebende Frage zu gelangen, verfuhren wir folgendermaassen: die Manometerröhre wurde bis zum Scalenstriche 500—600 mit Wasser gefüllt und dann in Zeiträumen von 30 zu 30 Secunden die Niveauhöhe in derselben abgelesen und danach Curven construirt, wie sie auf der beigefügten Tafel verzeichnet sind. Nehmen wir zur Erörterung die Curve II a. Die Ordinatentheile entsprechen je 10 Mm., die Abscissentheile je 30 Sec. Die Blase lag ungefähr im Niveau des 150sten Theilstriches der Scala (ganz genau ist dies Niveau der Blase natürlich nicht anzugeben, weil der Höhendurchmesser derselben einen Raum von mehreren Millimetern umfasste). In der ersten Minute der Beobachtung sank die Wassersäule schnell von 500 Mm. auf 490 Mm., dann blieb sie eine Minute lang auf constanter Höhe, der Sphincter vermochte also einen Druck von 490 — 150 = 340 Mm. zu tragen. Dann erfolgte eine Entleerung der Blase, nach welcher sie sich allmählig auf Kosten des Manometers wieder füllte, während die Druckhöhe innerhalb der nächsten 7 Minuten schnell sank. Darauf blieb der Druck eine halbe Minute auf fast constanter Höhe, um nach neuer Blasenentleerung wiederum schnell zu sinken u. s. f. Ein fester Stand von längerer Dauer trat erst 24 Minuten nach Beginn der Beobachtung ein, in der Höhe von 244 Mm. Als dieser Druck 6 Minuten constant geblieben war, wurde das Thier vergiftet (das + bezeichnet die halbe Minute, in welcher die Blausäure in den Mund getröpfelt wurde). Das unbedeutende Sinken des Druckes unmittelbar nach der Vergiftung kommt wohl auf Rechnung einer geringen Lagenveränderung des Thieres. 5 Minuten nach Darreichung der Blausäure — das Thier war bereits vollkommen regungslos — öffnete sich der Schliessmuskel und nun sank das Manometer, während das Wasser allmählig aus der Blase auströpfelte, auf 208 Mm., um hier stehen zu bleiben. An der Blasenwand war keine Spur einer Contraction bemerklich, das Wasser wurde mithin nicht durch den Detrusor ausgetrieben. Der Sphincter des todten Thieres hatte in diesem Falle die Fähigkeit, vermöge seiner blossen Elastizität

einem Drucke von 208 – 150 = 58 Mm. zu widerstehen. Welchen Druck konnte aber der Schliessmuskel des lebenden Thieres tragen? Jedenfalls mindestens den von 244 – 150 = 94 Mm., denn auf 244 Mm. war ja die Druckhöhe im Manometer längere Zeit stehen geblieben. Die tonische Action des Sphincter würde also mindestens 94 – 58 = 36 Mm. gleichzusetzen sein. Nun ist es aber augenscheinlich, dass diese Grösse eine durchaus unrichtige sein muss. Die Blase des lebenden Thieres steht gewiss sehr häufig unter höherem Drucke als dem von 94 Mm. Wir können aus der vorliegenden Beobachtung nur schliessen, dass die Widerstandsfähigkeit des lebenden und des todten Schliessmuskels eine verschiedene ist, ein Schluss auf die Grösse des Unterschiedes aber ist deshalb nicht erlaubt, weil die Blase durch Entleerungen vermittelst Zusammenziehung des Detrusor und die damit verbundene allmählige Auspumpung des Manometers sich selbst unter einen sehr geringen Druck setzte. Freilich haben wir im Verlaufe der Beobachtung zwei Punkte, wo der Sphincter eine kurze Zeit lang unter höherm Drucke schloss, bei 490 und 325 Mm. Allein wir wagen nicht, diese Zahlen zum Ausgange für die Berechnung der tonischen Action zu nehmen, einmal, weil die Zeit, während welcher jener Druck getragen wurde, sehr kurz ist und deshalb die Beobachtung nicht die wünschenswerthe Sicherheit hat, zweitens, weil in anderen Versuchen das Manometer bei höheren Druckwerthen gar nicht zu Ruhe kam, der abwechselnden Entleerungen und Wiederanfüllungen der Blase wegen.

Immerhin dürfen wir schon nach dem Bisherigen die Annahme machen, dass ein Tonus vorhanden sei, und um so sicherer, wenn wir noch den folgenden Versuch in Betracht ziehen. Wir füllen nach dem Tode des Thieres von Neuem das Manometer auf 550 Mm. und beobachten den Stand der Wassersäule in Zwischenräumen von je 30 Secunden. Da der Sphincter des todten Thieres nicht eher schliesst, bis der Druck auf die der blossen Elastizität desselben entsprechende Grösse gesunken ist, fliesst das Wasser ununterbrochen aus der Blase ab. Die Curve II b giebt die Veränderungen des

Manometerstandes. Sie geht mit sehr viel grösserer Steilheit abwärts, als die Curve II a, und nicht eher der Abscisse auch nur annähend parallel, bis nahezu derjenige Druck erreicht ist, welcher dem Ende der letzteren Curve entspricht. Am lebenden Thiere hatte die Wassersäule im Manometer 24 Minuten gebraucht, um von 505 Mm. auf 244 Mm. zu sinken, am todten Thiere waren nur $3^1/_2$ Minute zum Herabsinken von 550 auf 204 Mm. nöthig. Hieraus, wie aus der ganzen Form der Curven a u. b folgt, dass sich im lebenden Thiere dem Ausfliessen des Wassers aus der Blase Widerstände entgegengestellt haben, welche im todten Thiere nicht mehr vorhanden waren. Dass trotz jener grössern Widerstände das Manometer so tief herabsank, hatte seinen Grund darin, dass zur Ueberwindung derselben die zeitweilige Thätigkeit der Muskulatur der Blasenwand mitwirkte.

Die Curven I und III sind auf ähnliche Weise gewonnen und nach den bisherigen Erörterungen selbstverständlich. Bei I lag die Blase in der Höhe des 140sten Scalenstriches, es sind also von den verzeichneten Druckwerthen 140 Mm. abzuziehen, bei III war der Blasenstand 50 Mm. Die Curve III b wurde nur soweit beobachtet, bis das Manometer denjenigen Stand erreicht hatte, auf welchem es im lebenden Thiere constant blieb.

Berechnen wir nach den vorliegenden drei Versuchen diejenigen Druckwerthe, welche der (elastischen) Kraft des Sphincter am todten Thiere entsprechen, so erhalten wir für

I 166 – 140 = 26 Mm.
II 208 – 150 = 58 Mm.
III 80 – 50 = 30 Mm.

Nach v. Wittich und Rosenthal soll der Blasenschliessmuskel todter Kaninchen 900—1000 Mm. tragen. Die Differenz zwischen diesen Zahlen und den unsrigen ist der Art, dass entweder bei jenen Forschern oder bei uns unbegreifliche Irrthümer ins Spiel gekommen sein müssen. Wir berufen uns darauf, dass wir ausser jenen drei Versuchen noch 8 Versuche an weiblichen Kaninchen angestellt haben, in welchen der Druck, der vom Sphincter des todten Thieres

getragen wurde, 25—80 Mm. betrug, ferner zwei Versuche an männlichen Kaninchen mit dem Resultate 130 u. 150 Mm., einen Versuch an einem weiblichen Hunde mit dem Ergebnisse 130, endlich einen an einem männlichen Hunde, welcher 380 Mm. ergab. Wir sind also niemals auch nur annähernd zu Werthen gekommen, wie v. Wittich und Rosenthal. Die Zahl unserer Versuche sichert uns vor Irrthümern und die Resultate jener Experimentatoren sind uns nach unsern Erfahrungen unverständlich. Es wurde von ihnen nur an todten Thieren operirt; wir kamen auf die Vermuthung, dass vielleicht bei den Versuchen der Schliessmuskel im Uebergang zur Todtenstarre oder in diesem Zustande selbst befindlich und deshalb einen so abnorm hohen Druck zu tragen im Stande gewesen sei. Allein das Kaninchen Nr. 6 der später aufzuführenden Tabelle, dessen Sphincter unmittelbar nach dem Tode sich schon unter einem Drucke von 25 Mm. öffnete, liessen wir 6 Stunden lang todt liegen. Um diese Zeit waren alle Extremitätenmuskeln in Starre begriffen; das Wasser tropfte nach wie vor aus der Blase bei 25 Mm. Druck ab. Ein anderes Kaninchen wurde getödtet und, ohne vorgängige Versuche an der Blase, 20 Stunden lang liegen gelassen: der Sphincter öffnete sich bei 35 Mm. Druck. Ein seit 18 St. todter männlicher Hund gab 140 Mm. Aus diesen Versuchen geht hervor, dass es nicht Veränderungen der Elastizität des Schliessmuskels nach dem Tode gewesen sein können, durch welche v. Wittich u. Rosenthal getäuscht wurden. Der Grund des Irrthums muss in andern Umständen liegen, die zu ermitteln wir ausser Stande waren.

II. Die erste Untersuchungsreihe hatte es, um recht vorsichtig zu sein, in hohem Grade wahrscheinlich gemacht, dass der Blasensphincter des lebenden Thieres einen Tonus besitzt, sie erlaubte aber keinen Schluss auf die Grösse der Kraft, mit welcher der tonisch contrahirte Muskel die Blase schliesst. Die Ursache, welche es verhinderte, zu dieser Bestimmung zu gelangen, lag darin, dass das Thier durch häufige Contraction des Detrusor das Manometer allmählig entleerte und so die Blase im Laufe des Versuches auf einen

sehr viel geringeren Druck setzte, als ihn der Schliessmuskel in maximo zu tragen im Stande war. Zur Vermeidung dieser Uebelstände wurden zwei Abänderungen in den Versuchen getroffen. Erstens wurden die Thiere nach Eröffnung der Bauchhöhle durch Injection von etwas Opiumtinctur in den Darm soweit narcotisirt, dass sie während des Versuches ruhig lagen und fast keine willkürlichen Bewegungen machten. In diesem Zustande der Thiere unterblieben in den meisten Fällen die durch Zusammenziehungen der Muskeln der Blasenwand hervorgebrachten Blasenentleerungen, womit ein grosses Hinderniss der früheren Versuche hinfortgeräumt war. Freilich wurde durch die Narcotisirung möglicherweise die tonische Thätigkeit des Schliessmuskels herabgesetzt. Wir müssen demnach die Möglichkeit offen lassen, dass die später anzugebenden Werthe für dieselbe zu gering sind. Zweitens wurde ein mehr zweckmässiger Druckapparat angewandt, von welchem aus sich die Blase füllen konnte, ohne dass eine in Betracht kommende Druckerniedrigung stattfand. Ein vertikal stehender, mit Millimeterscala versehener Holzpfeiler trug einen horizontalen, durch eine Schraube aufwärts und abwärts beweglichen Arm, in welchen ein recht weiter Glastrichter senkrecht eingeklemmt war. Von seinem unteren Ende führte ein langer Gummischlauch zu einem Hahne, der an die in dem einen Harnleiter befindliche Canüle angeschraubt werden konnte. Von dem Ausflussrohre des Trichters ging rechtwinklig eine horizontale Glasröhre ab, die an ihrem Ende vertikal aufgebogen war und bis zur Höhe des obern Trichterrandes reichte. Der vertikale Schenkel war mit einer Millimeterscala versehen und diente als Druckmesser für den Trichter, um den Wasserstand in demselben genauer controlliren zu können, als dies unmittelbar an dem Trichter möglich gewesen wäre. Die im Verhältnisse zum Blaseninhalte beträchtliche Weite des Trichters bedingte es, dass sich auf Kosten des in ihm enthaltenen Wassers die Blase füllen konnte, ohne dass das Wasserniveau in dem Trichter merklich sank. Sobald sich an dem vertikalen Druckmesser eine Senkung des Wasserniveaus zeigte,

wurde durch Nachfüllen das frühere Niveau wiederhergestellt. Auf diese Weise hing der Druck in der Blase nur von der Höhe ab, in welcher der horizontale Arm stand, der den Trichter trug.

Die Versuche wurden nun in folgender Weise angestellt. Zuerst wurde nach geschehener Anfüllung des Trichters mit warmem Wasser der am untern Ende des Gummischlauches befindliche Hahn offen neben der Blase des Thieres mit seiner Mündung senkrecht in die Höhe gehalten und durch Hin- und Herstellen des Horizontalarmes derjenige Theilstrich auf der Scala des vertikalen Pfeilers aufgesucht, bei welchem sich an der Mündung des Hahnes ein Wassertropfen zeigte. Bei diesem Stande musste das Wasserniveau im Trichter in gleicher Höhe mit der Blase befindlich sein, der gefundene Theilstrich gab also den Nullpunkt für die späteren Druckablesungen. Dann wurde der Hahn in die im Harnleiter befindliche Canüle geschraubt, der Horizontalarm 50 Mm. höher gestellt und so die Blase unter dem Drucke von 50 Mm. gefüllt. Es wurde nun mit dem Horizontalarm in kleinen Sprüngen immer höher gegangen und bei jeder neuen Stellung desselben die vollständige Ausdehnung der Blase abgewartet. Endlich kam ein Punkt, wo der Schliessmuskel sich öffnete und einzelne Wassertropfen aus der Harnröhre flossen. Um sicher zu sein, dass der gerade bestehende Druck und nicht zufällige Nebenumstände, etwa eine geringe Contraction der Blase, die Oeffnung des Sphincter herbeiführten, wurde der Hahn geschlossen. Alsbald hörte das Tröpfeln auf, um bei Wiedereröffnung des Hahnes in kurzer Zeit von Neuem zu beginnen. Erst wenn dieses Experiment mehrmals gelungen, hielten wir uns zu der Annahme berechtigt, dass der eben bestehende Druck den Blasenschliessmuskel zu öffnen im Stande war. Wurde der Druck noch weiter gesteigert, so vermehrte sich die Ausflussmenge des Wassers. Doch gehen wir auf den ersten Druck zurück, bei welchem das Ausfliessen eben begann. Wir schliessen den Hahn: nachdem noch wenige Tropfen aus der Blase ausgetreten sind, hält der Schliessmuskel wieder. Die Blase ist jetzt

so weit gespannt, dass der Sphincter des lebenden Thieres gerade der Spannung das Gleichgewicht hält. Das Thier wird getödtet durch Vergiftung mit Blausäure oder durch Verblutung aus den Halsschlagadern. Während des Todeskampfes geschieht es mitunter, doch beobachteten wir es nur in wenigen Fällen, dass die Blase sich kräftig zusammenzieht und den Harn im Strahle austreibt. In der Mehrzahl der Fälle findet während des Sterbens keine Harnaustreibung statt. Wenn das Thier aber nach dem letzten Athemzuge einige Minuten vollkommen regungslos gelegen hat, zeigt sich, ohne irgend welche sichtbare Spur von Contraction an der Blase, ein Tropfen an der Oeffnung der Harnröhre, dem bald mehrere folgen, so. dass ein mehr oder weniger grosser Theil des Blaseninhaltes ausfliesst, während die Blase im erschlafften Zustande zusammensinkt. Der Blasenschliessmuskel kann also im todten Thiere nicht dem Drucke Widerstand leisten, den er im lebenden Thiere trug. Aber welchen Druck hält er jetzt noch aus, ohne sich zu öffnen? Zur Beantwortung der Frage entleeren wir die Blase vollends künstlich durch Druck, gehen mit dem horizontalen Arme, welcher den Trichter trägt, auf den Nullpunkt zurück, öffnen den Hahn wieder und verfahren nach derselben Weise wie am lebenden Thiere, indem wir unter allmähliger Drucksteigerung die Blase füllen. So wird der Druck gefunden, bei welchem am todten Thiere das Harnträufeln beginnt. Mehrmals wurde mehrere Stunden nach dem Tode das unmittelbar nach demselben gefundene Ergebniss controllirt und stets bestätigt gefunden.

Auf diese Weise sind wir nun zu Werthen gelangt, die ich in der folgenden Tabelle wiedergebe.

	Thier, an welchem der Versuch angestellt wurde:	Druck, bei welchem das Harnträufeln begann, am lebenden Thiere:	Druck, bei welchem das Harnträufeln begann, am todten Thiere:	Differenz = Druck, welchen der Sphincter vermöge seiner tonischen Contraction trug:
1	Weibl. Kaninchen . .	335 Mm.	75 Mm.	260 Mm.
2	Weibl. Kaninchen . .	210 „	60 „	150 „
3	Weibl. Kaninchen . .	280 „	30 „	250 „
4	Weibl. Kaninchen . .	330 „	80 „	250 „
5	Weibl. Kaninchen . .	280 „	50 „	230 „
6	Weibl. Kaninchen . .	275 „	25 „	250 „
7	Weibl. Kaninchen . .	250 „	50 „	200 „
8	Männl. Kaninchen . .	300 „	150 „	150 „
9	Männl. Kaninchen . .	280 „	130 „	150 „
10	Weibl. Hund	680 „	130 „	550 „
11	Männl. Hund	730 „	380 „	350 „
12	Männl. Hund [1]) . . .	1160 „	200 „	960 „ ?

Die Zahlen dieser Versuche scheinen uns schlagend. Wir fügen nur noch folgende Bemerkungen hinzu:

1) Der Druck, unter welchem sich der Schliessmuskel des todten Thieres öffnet, ist in allen unseren Versuchen ausserordentlich viel geringer, als ihn v. Wittich und Rosenthal fanden. Wir haben uns über diese Verschiedenheit der Ergebnisse schon oben ausgesprochen. Hier ist nur noch hinzuzufügen, dass jener Druck bei weiblichen Kaninchen (25–80 Mm.) geringer ist, als bei männlichen (130–150 Mm.), und bei einem weiblichen Hunde (130 Mm.) geringer als bei einem männlichen Hunde (380 Mm.). Dieser Unterschied bei den beiden Geschlechtern dürfte wohl eher mit den grösseren Widerständen zusammenhängen, welche die männliche

1) Diesem Versuche trauen wir nicht ganz, weil sich nach dem Tode die Canüle verstopfte und deshalb der Hahn unmittelbar in die Blase eingebunden wurde. Leicht möglich und wahrscheinlich, dass dadurch der Schliessmuskel auseinander gezerrt wurde.

Harnröhre dem Ausflusse entgegensetzt, als mit einer Verschiedenheit der elastischen Kraft des Sphincters. Wenn dies aber richtig ist, so folgt daraus, dass die Berechnung der tonischen Action des Schliessmuskels für männliche Thiere zu gering ausfällt im Vergleich zu den weiblichen Thieren. In der That fallen die Zahlen für die letzteren grösser aus, als für die ersteren.

2) Die Differenz der Widerstandsfähigkeit des Schliessmuskels im lebenden und im todten Thiere setzten wir auf Rechnung einer continuirlichen unwillkürlichen, also tonischen Contraction des Muskels. Dass sie in der That unwillkürlich ist, ergiebt sich aus dem Fortbestehen derselben bei Thieren, die soweit narcotisirt sind, dass alle willkürlichen Bewegungen aufgehört haben. Wo liegt aber das Centralorgan für die Thätigkeit des Schliessmuskels? Alle pathologischen Erfahrungen vereinigen sich zu beweisen, dass dasselbe im Rückenmarke gelegen ist und nicht etwa in peripherischen sympathischen Ganglien. Dieser Schluss wird unterstützt dadurch, dass die tonische Contraction des Schliessmuskels schon zu einer Zeit aufhört, wo die intestina, der uterus u. s. f. noch in lebhafter Bewegung begriffen sind. — Einen weiteren Anhaltspunkt für die Ermittelung der Lage des Centralorganes giebt vielleicht die folgende Beobachtung: Wie Kölliker in seinen Untersuchungen über die Gifte bemerkt, beginnt der Tod nach Blausäurevergiftung im Gehirn und geht von hier allmählig auf das Rückenmark über. Wir beobachteten constant an mit Blausäure vergifteten Thieren, dass mit dem Aufhören der willkürlichen Bewegungen die Pupille zuerst ausserordentlich weit wurde, fast bis zum Verschwinden der Iris; gleichzeitig hatten die Augenlider aufgehört, bei Reizung der Conjunctiva zu blinzeln. Etwas später verengt sich die Pupille wieder: erst noch später hört die tonische Thätigkeit des Schliessmuskels auf. Es scheint somit, dass zuerst die Hirnnervencentra gelähmt werden: deshalb bewirkt der Facialis nicht mehr Schliessung des Auges bei Reizung des Trigeminus, deshalb erweitert sich (in Folge

der Lähmung des Oculomotorius) die Pupille. Die spätere Pupillenverengerung beruht auf Lähmung des Centrum ciliospinale: wenn nämlich der Dilatator pupillae zu wirken aufhört, stellt sich diejenige Pupillenweite her, welche den elastischen Verhältnissen der Iris entspricht. Wenn der Blasensphincter erst später als der Dilatator pupillae gelähmt wird, so scheint sein Centralorgan noch ferner dem Gehirne gesucht werden zu müssen, als das des Iris-Erweiterers. Immerhin wagen wir aus diesen Beobachtungen keinen sichern Schluss zu ziehen, sondern sehen in ihnen nur Fingerzeige, die der Aufmerksamkeit werth sind.

Halle, den 15. Juli 1858.

Zur Kenntniss der ältesten Rassenschädel.

Von

Prof. D. SCHAAFFHAUSEN in Bonn.

(Hierzu Taf. XVII.)

Als zu Anfang des Jahres 1857 der Fund eines menschlichen Skeletes in einer Kalkhöhle des Neanderthales bei Hochdal zwischen Düsseldorf und Elberfeld bekannt wurde, gelang es mir nur einen in Elberfeld gefertigten Gypsabguss der Hirnschale zu erhalten, über deren auffallende Bildung ich zuerst in der Sitzung der niederrh. Gesellsch. für Natur- und Heilkunde in Bonn am 4. Febr. 1857 berichtet habe.[1]) Hierauf brachte Herr Dr. Fuhlrott aus Elberfeld, dem es zu danken ist, dass diese Anfangs für Thierknochen gehaltenen Gebeine in Sicherheit gebracht und der Wissenschaft erhalten worden sind, und dem es später gelang, die Knochen in seinen Besitz zu bringen, dieselben nach Bonn und überliess sie mir zur genaueren anatomischen Untersuchung. Bei Gelegenheit der Generalversammlung des naturhist. Vereins der preussisch. Rheinlande und Westphalens in Bonn am 2. Juni 1857 [2]) gab Herr Dr. Fuhlrott eine ausführliche Darstellung des Fundortes und eine Beschreibung der Auffindung selbst; er glaubte diese menschlichen Gebeine als fossile bezeichnen zu dürfen und legte in dieser Beziehung besondern Werth auf die von Herrn Geh. Rath Prof. Dr. Mayer zuerst beobach-

1) Vergl. Verhandlungen des naturhist. Vereins der preuss. Rheinlande und Westphalens XIV. Bonn 1857.

2) Ebendaselbst, Correspondenzbl. Nr. 2.

teten Dendriten, welche diese Knochen überall bedecken. Dieser Mittheilung liess ich einen kurzen Bericht über die von mir angestellte anatomische Untersuchung der Knochen folgen, als deren Ergebniss ich die Behauptung aufstellte, dass die auffallende Form dieses Schädels für eine natürliche Bildung zu halten sei, welche bisher nicht bekannt geworden sei, auch bei den rohesten Rassen sich nicht finde, dass diese merkwürdigen menschlichen Ueberreste einem höheren Alterthume als der Zeit der Celten und Germanen angehörten, vielleicht von einem jener wilden Stämme des nordwestlichen Europa herrührten, von denen römische Schriftsteller Nachricht geben und welche die indogermanische Einwanderung als Autochthonen vorfand, und dass die Möglichkeit, diese menschlichen Gebeine stammten aus einer Zeit, in der die zuletzt verschwundenen Thiere des Diluvium auch noch lebten, nicht bestritten werden könne, ein Beweis für diese Annahme, also für die sogenannte Fossilität der Knochen, in den Umständen der Auffindung aber nicht vorliege. Da Herr Dr. Fuhlrott eine Beschreibung derselben noch nicht veröffentlicht hat, so entlehne ich einer brieflichen Mittheilung desselben die folgenden Angaben: „Eine kleine etwa 15 Fuss tiefe, an der Mündung 7 bis 8 Fuss breite mannshohe Höhle oder Grotte liegt in der südlichen Wand der sogenannten Neanderthaler Schlucht, etwa 100 Fuss von der Düssel entfernt und etwa 60 Fuss über der Thalsohle des Baches. In ihrem früheren unversehrten Zustande mündete dieselbe auf ein schmales ihr vorliegendes Plateau, von welchem dann die Felswand fast senkrecht in die Tiefe abschoss, und war von oben herab, wenn auch mit Schwierigkeit, zugänglich. Ihre unebene Bodenfläche war mit einer 4 bis 5 Fuss mächtigen mit rundlichen Hornstein-Fragmenten sparsam gemengten Lehmablagerung bedeckt, bei deren Wegräumung die fraglichen Gebeine, und zwar von der Mündung der Grotte aus zuerst der Schädel, dann weiter nach Innen in gleicher horizontaler Lage mit jenem die übrigen Gebeine aufgefunden wurden. So haben zwei Arbeiter, welche die Ausräumung der Grotte besorgt, und die von mir an Ort und Stelle

darüber vernommen wurden, auf das Bestimmteste versichert. Die Knochen wurden anfänglich gar nicht für menschliche gehalten, und erst mehrere Wochen nach ihrer Auffindung von mir dafür erkannt und in Sicherheit gebracht. Weil man aber die Wichtigkeit des Fundes nicht achtete, so verfuhren die Arbeiter beim Einsammeln der Knochen sehr nachlässig und sammelten vorzugsweise die grösseren, welchem Umstande es zuzuschreiben, dass das wahrscheinlich vollständig vorhandene Skelet nur sehr fragmentarisch in meine Hände gekommen ist.“

Das Ergebniss der von mir vorgenommenen anatomischen Untersuchung dieser Gebeine ist das folgende:

Die Hirnschale ist von ungewöhnlicher Grösse und von lang elliptischer Form. Am meisten fällt sogleich als besondere Eigenthümlichkeit die ausserordentlich starke Entwicklung der Stirnhöhlen auf, wodurch die Augenbrauenbogen, welche in der Mitte ganz miteinander verschmolzen sind, so vorspringend werden, dass über oder vielmehr hinter ihnen das Stirnbein eine beträchtliche Einsenkung zeigt und ebenso in der Gegend der Nasenwurzel ein tiefer Einschnitt gebildet wird. Die Stirn ist schmal und flach, die mittleren und hinteren Theile des Schädelgewölbes sind indessen gut entwickelt. Leider ist die Hirnschale nur bis zur Höhe der oberen Augenhöhlenwand des Stirnbeins und der sehr stark ausgebildeten und fast zu einem horizontalen Wulst vereinigten oberen halbkreisförmigen Linien der Hinterhauptsschuppe erhalten; sie besteht aus dem fast vollständigen Stirnbein, beiden Scheitelbeinen, einem kleinen Stücke der einen Schläfenschuppe und dem obern Drittheil des Hinterhauptbeins. Frische Bruchflächen an den Schädelknochen beweisen, dass der Schädel beim Auffinden zerschlagen worden ist. Die Hirnschale fasste 16876 Gran Wasser, woraus sich ein Inhalt von 57,64 K.Z. = 1033,24 C.C.M. berechnet. Hierbei stand der Wasserspiegel gleich mit der obern Orbitalwand des Stirnbeins, mit dem höchsten Ausschnitt des Schuppenrandes der Scheitelbeine und mit den oberen halbkreisförmigen Linien des Hinterhaupts. Mit Hirse gemessen war der Inhalt gleich

31 Unzen Preuss. Med. Gew. Die halbkreisförmige Linie, welche den obern Ansatz des Schläfenmuskels bezeichnet, ist zwar nicht stark entwickelt, reicht aber bis über die Hälfte der Scheitelbeine hinauf. Auf dem rechten Orbitalrande befindet sich eine schräge Furche, die auf eine Verletzung während des Lebens deutet; auf dem rechten Scheitelbein eine erbsengrosse Vertiefung. Die Kronennaht und die Pfeilnaht sind aussen beinahe, auf der Innenfläche des Schädels spurlos verwachsen; die lambdaförmige Naht indessen gar nicht. Die Gruben für die Pachionischen Drüsen sind tief und zahlreich; ungewöhnlich ist eine tiefe Gefässrinne, die gerade hinter der Kronennaht liegt und in einem Loche endigt, also den Verlauf einer vena emissaria bezeichnet. Die Stirnnaht ist äusserlich als eine leise Erhebung bemerklich; da wo sie auf die Kronennaht stösst, zeigt auch diese sich wulstig erhoben, die Pfeilnaht ist vertieft und über der Spitze der Hinterhauptsschuppe sind die Scheitelbeine eingedrückt. Die Länge des Schädels von dem Nasenfortsatz über den Scheitel bis zu den oberen halbkreisförmigen Linien des Hinterhaupts gemessen, beträgt . . . . 303 Mm.

der Umfang der Hirnschale über die Augenbrauenbogen und die oberen halbkreisförmigen Linien des Hinterhaupts so gemessen, dass das Band überall anlag . . . . 590 „

Breite des Stirnbeins von der Mitte des Schläfengrubenrandes einer Seite zur andern . . . . 104 „

Länge des Stirnbeins vom Nasenfortsatz bis zur Kronennaht . . . . 133 „

Grösste Breite der Stirnbeinhöhlen . . . . . . 25 „

Scheitelhöhe über der Linie, welche den höchsten Ausschnitt der Schläfenränder beider Scheitelbeine verbindet . . . . 70 „

Breite des Hinterhaupts von einem Scheitelhöcker zum andern . . . . 138 „

Die Spitze der Schuppe ist von der obern halbkreisförmigen Linie des Hinterhaupts entfernt 51 „

Dicke des Schädels in der Gegend der Scheitelhöcker 8 „

an der Spitze der Hinterhauptsschuppe . . . . 9 Mm.
in der Gegend der oberen halbkreisförmigen Linien
des Hinterhaupts . . . . 10 „

Ausser der Hirnschale sind folgende Knochen vorhanden:

1) Die zwei ganz erhaltenen Oberschenkelbeine; sie zeichnen sich wie die Hirnschale und alle übrigen Knochen durch ungewöhnliche Dicke und durch die starke Ausbildung aller Höcker, Gräten und Leisten, die dem Ansatze der Muskeln dienen, aus. In dem anatomischen Museum von Bonn befinden sich als sogenannte Riesenknochen zwei Oberschenkelbeine aus neuerer Zeit, mit denen die vorliegenden an Dicke ziemlich genau übereinstimmen, wiewohl sie an Länge von jenen übertroffen werden.

Länge der Riesenknochen	542 Mm.,	Länge dieser	438 Mm.
Dicke des Oberschenkelkopfes im Durchmesser	54 „	bei diesen	53 „
Dicke des untern Gelenkendes von einem Condylus zum andern . .	89 „	bei diesen	87 „
Dicke des Oberschenkelknochens in der Mitte .	33 „	bei diesen	30 „

2) Ein ganz erhaltener rechter Oberarmknochen, dessen Grösse ihn als zu den Oberschenkelknochen gehörig erkennen lässt.

Länge des Oberarmbeins	312 Mm.
Dicke in der Mitte desselben . .	26 „
Durchmesser des Gelenkkopfes .	49 „

Ferner eine vollständige rechte Speiche von entsprechender Grösse und das obere Drittheil eines rechten Ellenbogenbeins, welches zum Oberarmbein und zur Speiche passt.

3) Ein linkes Oberarmbein, an dem das obere Drittheil fehlt, und welches so viel dünner ist, dass es von einem andern Menschen herzurühren scheint; ein linkes Ellenbogenbein, das zwar vollständig aber krankhaft verbildet ist, in dem der proc. coronoideus durch Exostose so vergrössert ist, dass die Beugung gegen den Oberarmknochen, dessen zur Aufnahme jenes Fortsatzes bestimmte fossa ant. major auch

durch Knochenwucherung verschwunden ist, nur bis zum rechten Winkel möglich war. Dabei ist der proc. anconaeus stark nach unten gekrümmt. Da der Knochen keine Spuren rhachitischer Erkrankung zeigt, so ist anzunehmen, dass eine Verletzung während des Lebens Ursache der Ankylose war. Diese linke Ulna mit dem rechten Radius verglichen lässt auf den ersten Blick vermuthen, dass beide Knochen verschiedenen Individuen angehört haben, denn die Ulna ist für die Verbindung mit einem solchen Radius um mehr als einen halben Zoll zu kurz. Aber es ist klar, dass diese Verkürzung sowie die Schwäche des linken Oberarmbeins Folgen der angeführten krankhaften Bildung sind.

4) Ein linkes Darmbein, fast vollständig und zu dem Oberschenkelknochen gehörig, ein Bruchstück des rechten Schulterblattes, ein fast vollständiges rechtes Schlüsselbein, das vordere Ende einer Rippe rechter Seite und dasselbe einer Rippe linker Seite, ein hinteres Rippenstück von der rechten Seite, endlich zwei kurze hintere und ein mittleres Rippenstück, die ihrer ungewöhnlichen abgerundeten Form und starken Krümmung wegen fast mehr Aehnlichkeit mit den Rippen eines Fleischfressers als mit denen des Menschen haben. Doch wagte auch Herr H. v. Meyer, um dessen Urtheil ich gebeten, nicht, sie für Thierrippen zu erklären, und es bleibt nur anzunehmen übrig, dass eine ungewöhnlich stark entwickelte Muskulatur des Thorax diese Abweichung der Form bedingt hat.

Die Knochen kleben sehr stark an der Zunge, der Knochenknorpel ist indessen, wie die chemische Behandlung derselben mit Salzsäure lehrt, zum grössten Theil erhalten, nur scheint derselbe jene Umwandlung in Leim erfahren zu haben, welche v. Bibra an fossilen Knochen beobachtet hat. Die Oberfläche aller Knochen ist an vielen Stellen mit kleinen schwarzen Flecken bedeckt, die, namentlich mit der Loupe betrachtet, sich als sehr zierliche Dendriten erkennen lassen und zuerst von Herrn Geh. Rath Prof. Dr. Mayer hierselbst an denselben beobachtet worden sind. Auf der innern Seite der Schädelknochen sind sie am deutlichsten. Sie

bestehen aus einer Eisenverbindung und ihre schwarze Farbe lässt Mangan als Bestandtheil vermuthen. Derartige dendritische Bildungen finden sich nicht selten auch auf Gesteinschichten und kommen meist auf kleinen Rissen und Spalten hervor. Mayer theilte in der Sitzung der niederrheinischen Gesellschaft in Bonn am 1. April 1857 mit, dass er im Museum zu Poppelsdorf an mehreren fossilen Thierknochen namentlich von *Ursus spelaeus* solche dendritische Krystallisationen gefunden habe, am zahlreichsten und schönsten aber an den fossilen Knochen und Zähnen von *Equus adam.*, *Elephas primig.* etc. aus den Höhlen von Balve und Sundwig; eine schwache Andeutung solcher Dendriten zeigte sich an einem Römerschädel aus Siegburg, während andere alte Schädel, die Jahrhunderte lang in der Erde gelegen, keine Spur derselben zeigten.[1]) Herrn H. v. Meyer verdanke ich darüber folgende briefliche Bemerkung: „Interessant ist die bereits begonnene Dendritenbildung, die ehedem als ein Zeichen wirklich fossilen Zustandes angesehen wurde. Man glaubte namentlich bei Diluvialablagerungen sich der Dendriten bedienen zu können, um etwa später dem Diluvium beigemengte Knochen von den wirklich diluvialen mit Sicherheit zu unterscheiden, indem man die Dendriten ersteren absprach. Doch habe ich mich längst überzeugt, dass weder der Mangel an Dendriten für die Jugend noch deren Gegenwart für höheres Alter einen sichern Beweis abgiebt. Ich habe selbst auf Papier, das kaum über ein Jahr alt sein konnte, Dendriten wahrgenommen, die von denen auf fossilen Knochen nicht zu unterscheiden waren. So besitze ich auch einen Hundeschädel aus der römischen Niederlassung des benachbarten Heddersheim, Castrum Hadrianum, der von den fossilen Knochen aus den fränkischen Höhlen sich in nichts unterscheidet, er zeigt dieselbe Farbe und haftet an der Zunge wie diese, so dass auch dieses Kennzeichen, welches auf der frühern Versammlung der deutschen Naturforscher in Bonn zu ergötzlichen Scenen zwischen Buck-

1) Verh. des naturhist. Vereins in Bonn XIV. 1857.

land und **Schmerling** führte, seinen Werth verloren hat. Es lässt sich sonach in strittigen Fällen kaum durch die Beschaffenheit des Knochens mit Sicherheit entscheiden, ob er fossil, eigentlich ob ihm ein geologisches Alter zustehe oder ob er aus historischer Zeit stamme."

Da wir die Vorwelt nicht mehr wie einen ganz andern Zustand der Dinge betrachten können, aus dem kein Uebergang in das organische Leben der Gegenwart stattfand, so hat die Bezeichnung der Fossilität eines Knochens nicht mehr den Sinn wie zu **Cuvier's** Zeit. Es sind der Gründe genug vorhanden für die Annahme, dass der Mensch schon mit den Thieren des Diluviums gelebt hat, und mancher rohe Stamm mag vor aller geschichtlichen Zeit mit den Thieren des Urwaldes verschwunden sein, während die durch Bildung veredelten Rassen das Geschlecht erhalten haben. Die vorliegenden Knochen besitzen Eigenschaften, die, wiewohl sie nicht entscheidend für ein geologisches Alter sind, doch jedenfalls für ein sehr hohes Alter derselben sprechen. Es sei noch bemerkt, dass, so gewöhnlich auch das Vorkommen diluvialer Thierknochen in den Lehmablagerungen der Kalkhöhlen ist, solche bis jetzt in den Höhlen des Neanderthales nicht gefunden worden sind, und dass die Knochen unter einem nur 4 bis 5 Fuss mächtigen Lehmlager ohne eine schützende Stalagmitendecke den grössten Theil ihrer organischen Substanz behalten haben.

Diese Umstände können gegen die Wahrscheinlichkeit eines geologischen Alters angeführt werden. Auch würde es nicht zu rechtfertigen sein, in dem Schädelbau etwa den rohesten Urtypus des Menschengeschlechtes erkennen zu wollen, denn es giebt von den lebenden Wilden Schädel, die, wenn sie auch eine so auffallende Stirnbildung, die in der That an das Gesicht der grossen Affen erinnert, nicht aufweisen, doch in anderer Beziehung, z. B. in der grösseren Tiefe der Schläfengruben und den grätenartig vorspringenden Schläfenlinien und einer im Ganzen kleineren Schädelhöhle auf einer ebenso tiefen Stufe der Entwicklung stehen. Die stark eingedrückte Stirn für eine künstliche Abflachung zu

halten, wie sie bei rohen Völkern der neuen und alten Welt vielfach geübt wurde, dazu fehlt jeder Anlass, der Schädel ist ganz symmetrisch gebildet, während nach Morton an den Flachköpfen des Columbia Stirn und Scheitelbeine immer unsymmetrisch sind, und zeigt keine Spur eines Gegendrucks in der Hinterhauptsgegend. Seine Bildung zeigt jene geringe Entwicklung des Vorderkopfes, die so häufig schon an sehr alten Schädeln gefunden wurde und einer der sprechendsten Beweise für den Einfluss der Cultur und Civilisation auf die Gestalt des menschlichen Schädels ist. Abbé Frère[1]), dessen Schädelsammlung aus den verschiedenen Jahrhunderten unserer Zeitrechnung jetzt in dem neuen anthropologischen Museum des Jardin des Plantes zu Paris aufgestellt ist, kam zu dem Ergebniss, dass bei den ältesten Schädeln das Hinterhaupt am stärksten, die Stirngegend am schwächsten entwickelt sei, und die zunehmende Erhebung dieser den Uebergang roher Völker zur Civilisation kundgebe. Schon Blumenbach fand einen alten Dänenschädel, dessen Gesichtswinkel so gering war wie beim Neger. In den Grabhügeln bei Amberg in der Oberpfalz, bei Witterswyl in der Schweiz und an anderen Orten in Deutschland sind Schädel mit auffallend geringer Entwicklung des Vorderhauptes gefunden worden.[2]) Hyrtl beschreibt einen in Hallstadt gefundenen Celtenschädel, es ist ein Langkopf mit geradem Gebiss, die Schneide- und Mahlzähne sind ganz abgenutzt, das Stirnbein stark nach hinten geneigt.[3]) Die in Nieder-Oesterreich bei Grafenegg und später zu Atzgersdorf gefundenen Schädel mit niederliegender Stirn werden für Avarenschädel gehalten, aber ihre sehr abweichende Form, die sie den Peruanerschädeln ähnlich macht, und die sich auch an den von Rathke und Meyer in dieser Zeitschrift beschriebenen Schädelbruchstücken aus der Krimm wiederfin-

1) Vergl. Serres, gaz. méd. de Paris 1852. Nr. 31.

2) Jahresberichte der Sinsheimer Gesellschaft zur Erforschung der vaterländischen Denkmale der Vorzeit von K. Wilhelmi. 1831—46.

3) Jahrbücher der K. K. geologischen Reichsanstalt. Wien 1850. I p. 352.

det, ist durch künstliche Entstellung hervorgebracht.[1]) Auch in vielen Fällen, wo Menschenknochen als die ältesten Spuren von dem Dasein unseres Geschlechtes auf der Erde mit den Knochen ausgestorbener Thiere zusammenliegend gefunden worden sind, zeigte sich eine unentwickelte primitive Schädelform. Unter den Schädeln, die Schlotheim aus den Gypshöhlen bei Köstritz sammelte, fand Link einen mit merkwürdiger Abplattung der Stirn. Lund fand in einer Knochenhöhle Brasiliens Menschenschädel mit vorweltlichen Thierknochen gemengt, die eine gleich vom Gesicht an zurückweichende Stirn zeigten, eine Bildung, die man auch auf alten mexikanischen Denkmalen dargestellt sieht. Castelnau hat in Felsenhöhlen der peruanischen Anden Menschenschädel von ähnlicher stark nach hinten verlängerter Form unter denselben Verhältnissen entdeckt. Schmerling nennt den in der Höhle von Engis bei Lüttich mit fossilen Thierknochen gefundenen Schädel länglich, mit geringer Erhebung und Schmalheit des Stirnbeins und einer Form der Augenhöhlen, die ihn mehr dem Negerschädel als dem des Europäers nähert. Spring hat in der Höhle von Chauvaux bei Namür unter zahlreichen zerbrochenen Menschenknochen die Hälfte eines Schädels gefunden, dessen Stirn so zurückweichend, die Alveolarbogen so vorstehend waren, dass der Gesichtswinkel nicht mehr als 70 ° betrug. Die Angaben Rasoumovsky's über die am Calvarienberge bei Baden gefundenen angeblich fossilen Schädel, die bald mit dem Neger- bald mit dem Caraibenschädel verglichen wurden, hat Fitzinger berichtigt und dieselben mit Hyrtl nach der von Retzius gegebenen Beschreibung des Czechenschädels für Slavenschädel erklärt.[2])

In- und ausländische Zeitschriften brachten einen Bericht über die 1853 in Tübingen abgehaltene Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte, wonach Fraas daselbst einen

1) Fitzinger, Sitzungsber. der K. Akad. der Wissensch. Math. naturw. Kl. VII. B. 1851. p. 271.

2) Denkschr. d. K. Akad. d. Wissensch. Wien 1853. V.

versteinerten Menschenschädel aus der schwäbischen Alp von länglicher Form mit vorspringendem Gebiss, abgeriebenen Zähnen, zurückliegendem Stirnbein, starken Stirnhöhlen und stark entwickelten Muskelansätzen vorgezeigt haben sollte.[1]) Dieser Bericht ist irrig und beruht auf einer Verwechslung. Es wurden bei jener Gelegenheit alte Schädel aus keltischen Gräbern von Sigmaringen vorgezeigt, und dann war von den angeblich fossilen Menschenzähnen der Bohnerzgruben von Melchingen in der schwäbischen Alp die Rede.[2])

Die ungewöhnliche Entwicklung der Stirnhöhlen an dem so merkwürdigen Schädel aus dem Neanderthale nur für eine individuelle oder pathologische Abweichung zu halten, dazu fehlt ebenfalls jeder Grund; sie ist unverkennbar ein Rassentypus und steht mit der auffallenden Stärke der übrigen Knochen des Skeletes, welche das gewöhnliche Maass um etwa $^1/_3$ übertrifft, in einem physiologischen Zusammenhange. Diese Ausdehnung der Stirnhöhlen, welche Anhänge der Athemwege sind, deutet ebenso auf eine ungewöhnliche Kraft und Ausdauer der Körperbewegungen, wie die Stärke aller Gräten und Leisten, welche dem Ansatze der Muskeln dienen, an diesen Knochen darauf schliessen lässt. Dass grosse Stirnhöhlen und eine dadurch veranlasste stärkere Wölbung der untern Stirngegend diese Bedeutung haben, wird durch andere Beobachtungen vielfach bestätigt. Dadurch unterscheidet sich nach Pallas das verwilderte Pferd vom zahmen, nach Cuvier der fossile Höhlenbär von jeder jetzt lebenden Bärenart, nach Roulin das in Amerika verwilderte und dem Eber wieder ähnlich gewordene Schwein von dem zahmen, die Gemse von der Ziege, endlich die durch den starken Knochen und Muskelbau ausgezeichnete Bulldogge von allen andern Hunden. An dem vorliegenden Schädel den Gesichtswinkel zu bestimmen, der nach R. Owen auch bei den grossen Affen wegen der stark vorstehenden obern Augenhöhlengräte schwer anzugeben ist, wird noch dadurch erschwert,

1) Vgl. die Abbildung in der Leipz. Ill. Zeit. vom 26. Nov. 1853.

2) Morgenblatt 1858 Nr. 4 u. 5 „vom fossilen Menschen“.

weil sowohl die Ohröffnung als der Nasenstachel fehlt; benutzt man die zum Theil erhaltene obere Augenhöhlenwand zur richtigen Stellung des Schädels gegen die Horizontalebene und legt man die aufsteigende Linie an die Stirnfläche hinter dem Wulste der Augenbrauenbogen, so beträgt der Gesichtswinkel nicht mehr als 56 °. Leider ist nichts von den Gesichtsknochen erhalten, deren Bildung für die Gestalt und den Ausdruck des Kopfes so bestimmend ist. Die Schädelhöhle lässt mit Rücksicht auf die ungemeine Kraft des Körperbaues auf eine geringe Hirnentwicklung schliessen. Die Hirnschale fasst 31 Unzen Hirse; da für die ganze Hirnhöhle nach Verhältniss der fehlenden Knochen des Schädelgrundes etwa 6 Unzen hinzuzurechnen wären, so würde sich ein Schädelinhalt von 37 Unzen Hirse ergeben. Tiedemann giebt für den Schädelinhalt von Negern 40, 38 und 35 Unzen Hirse an. Wasser fasst die Hirnschale etwas mehr als 36 Unzen, welche einem Inhalt von 1033,24 C. C. M. entsprechen. Huschke führt den Schädelinhalt einer Negerin mit 1127 C. C. M., den eines alten Negers mit 1146 C. C. M. an. Der Inhalt von Malaienschädeln mit Wasser gemessen ergab 36 bis 33 Unzen, der der klein gebauten Hindus vermindert sich sogar bis zu 27 Unzen.

Es musste von grösstem Interesse sein, zu erfahren, ob eine ähnliche Schädelbildung schon beobachtet sei, ob sie vielleicht auch gerade an Schädeln, denen ein hohes Alter zuzuschreiben ist, vorkomme, ob bei einem Funde dieser Art vielleicht Beobachtungen gemacht wurden, die im Stande sind, das Ergebniss der vorstehenden Untersuchung zu ergänzen, die daraus gezogenen Schlüsse zu bestätigen oder zu widerlegen. Starke Stirnhöhlen kommen freilich zuweilen an Schädeln vor, aber das sind immer nur schwache Andeutungen der auffallenden Bildung, die dem vorliegenden Schädel einen so thierischen Ausdruck giebt. In den Museen des Collegiums der Wundärzte in London, des Pflanzengartens in Paris, der Universitäten in Göttingen, Berlin und Bonn ist nichts vorhanden, was sich damit vergleichen liesse; die durch Retzius, Eschricht u. A. beschriebenen altnordischen Schädel

zeigen auch eine solche Bildung nicht. Bemerkenswerth und für die Deutung dieser Bildung wichtig ist es indessen, dass ein, wenn auch viel geringeres Vortreten der Augenbrauenbogen zumeist an den Schädeln wilder Rassen sowie an sehr alten Schädeln gefunden worden ist. So bildet Sandifort[1]) einen Schädel von einem Nord-Amerikaner aus einem alten Grabe am New-Norfolksunde als Cranium Schitgagani ab mit ähnlichem aber weit unbedeutenderem Vortreten der Augenbrauenbogen. In Morton's Werke[2]) zeigen ungewöhnlich stark entwickelte Augenbrauenbogen der Peruaner, tab. 6, die Mexikaner, tab. 16, 17, 18, der Seminole, tab. 24, und die Schädel anderer Stämme auf tab. 25, 34, 35, 36, 37, 52, 57, 63 und 66, von diesen sind einige alten Gräbern entnommen. Lucae[3]) bildet einen sehr thierischen Papuschädel der Senkenbergischen Sammlung ab mit starken zusammenlaufenden Arcus superciliares. Schon Bory St. Vincent gab als Kennzeichen des celtischen Stammes eine verlängerte Schädelform, gegen die Schläfe etwas niedergedrückte Stirn, tiefe Einsenkung zwischen Stirn und Nase, sehr ausgesprochene Augenbrauenbogen und abgenutzte Zähne an. Eschricht untersuchte die Schädel aus den Hünengräbern der Insel Möen,[4]) dieselben sind auffallend klein, besonders der Gesichtstheil, das Hinterhaupt sehr kurz, die Augenhöhlen ungewöhnlich klein, die Augenbrauenbogen dagegen ungemein gross, die Nasenknochen stehen stark hervor und zwischen Augenbrauenbogen und Nasenknochen ist eine so tiefe Einsenkung, dass sie den Zeigefinger eines Erwachsenen in sich aufnehmen kann, die Spuren der Gesichtsmuskeln sind stark ausgeprägt, die Zahnhöhlenränder vorstehend, die Zähne quer abgenutzt. Später erhielt Eschricht aus den Hünengräbern von Möen ganz anders geformte Schädel von bedeutender Länge, vortretendem Hinterhaupt, platt eingedrücktem Schädel, wenig

1) Tabulae craniorum, Lugd. Bat. 1838.
2) Crania americana, London 1839.
3) Zur organischen Formenlehre, Frankfurt 1844. Taf. XI.
4) Vgl. Amtl. Bericht üb. die 22ste Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte in Bremen, 1844.

ausgeprägten Gesichtszügen; ein solcher von der dänischen Insel Työr hat am Hinterhaupt einen Knochenstachel, seine 20³/₄ Zoll langen Schenkelknochen deuten auf eine Körperlänge von 6 Fuss 3 Zoll. Prichard hat einen runden Schädel mit wulstigen Augenbrauenbogen aus der Sammlung des Collegiums der Wundärzte als Cimberuschädel abgebildet.[1]) Ein zu Nogent les vierges, Oise Dep, in einem alten Grabe gefundener Schädel hat wie ein ähnlicher von Anduze eine verlängerte Form, gegen die Schläfen niedergedrückte Stirn, starke Augenbrauenbogen, abgenutzte Zähne.[2]) Der brachycephalische alte Brittenschädel aus Ballidon Moor, den Davis beschreibt,[3]) hat grosse Stirnhöhlen, vorragende Augenbrauenhöcker und starke Spuren der Muskelwirkung an den Gesichtsknochen; weniger stark ist das Vortreten der Orbitalgegend an dem ebenfalls runden altbrittischen Schädel, den Retzius beschreibt; auch ein altirländischer Schädel von rundlicher Form zeigt grosse vor die Stirn vorspringende und untereinander zusammenlaufende Augenbrauenbogen und eine niedrige Stirn.[4]) Wie Nilsson für die Urbewohner Skandinaviens einen ältesten brachycephalischen und einen jüngern dolichocephalischen Typus der Schädelbildung annimmt, indem die langovalen Schädel der ersten Art in Gräbern mit metallenen Waffen gefunden werden, die kleinen rundlichen Schädel der zweiten Art aus ältern Gräbern mit Steinwaffen und Knochengeräthen stammen, so behauptet D. Wilson auch für Schottland zwei Rassen, die den Celten vorausgegangen sein sollen, der von ihm beschriebene Schädel von Fifeshire ist länglich schmal, der dolichocephalischen Rasse Skandinaviens entsprechend, der von Montrose rund mit besserer Stirnbildung, beide zeigen starke Stirnhöhlen.[5]) Die in Cannstadt bei der Uffkirche vor einigen Jah-

---

1) The natural List. of man, London 1845, pag. 206 pl. VIII.

2) v. Leonhard und Bronn Jahrb. für Mineralogie u. s. w. 1833 pag. 370.

3) Vgl. Maury, Indig. races of the earth, London 1857, pag. 297.

4) Retzius, Kraniologisches in Müll. Arch. 1849 pag. 554 u. 571.

5) Maury a. a. O. pag. 294.

ren ausgegrabenen Schädel, die in germanischen Gräbern mit Thongefässen, Waffen und Schmuckgegenständen gefunden worden sind, welche keine Spur römischer Kunst zeigten, und von denen mir zwei durch die Güte des Herrn Hofrath Dr. Veiel zugesandt waren, sind von länglicher Form mit geradem Gebiss, stark vorstehendem Hinterkopf, grossen namentlich von oben nach unten erweiterten Augenhöhlen, die Augenbrauenhöcker sind wulstig vorspringend, die Nasenwurzel tief eingeschnitten. Fünf altdeutsche Schädel von Selsen, die sich im römisch-germanischen Museum von Mainz befinden, und von denen zwei prognathes Gebiss haben, zeigen dieselben wulstigen Augenbrauenbogen, ebenso ein daselbst befindlicher, in Oberingelheim ohne jede Zugabe von Waffen tief in der Erde gefundener sehr alter Schädel, sowie ein vor kurzem bei Engers am Rhein auf einer seit längerer Zeit bekannten alten Grabstätte gefundener Schädel germanischer Abkunft. In dem Museum zu Poppelsdorf befindet sich ein Schädel, auf dem von des verstorbenen Goldfuss Hand die Worte „aus vulkanischem Tuff" geschrieben stehen, ohne dass über dessen Herkunft irgend etwas Näheres zu ermitteln wäre. Er hat die beträchtliche Länge von 198 Mm., von der Glabella bis zur vorspringenden Hinterhauptsschuppe gemessen, die Stirn ist kurz und etwas zurückliegend, die Augenbrauenbogen wulstig und verschmolzen, die Augenhöhlen sehr weit, der Oberkiefer prognath, die Muskelansätze an den Gesichtsknochen stark ausgeprägt, von den Nähten ist nur die Pfeilnaht verwachsen, die Knochen sind dünn, theilweise kalcinirt, sie kleben stark an der Zunge, der Unterkiefer fehlt. Auch mehrere der bei Sigmaringen gefundenen, der fürstlichen Sammlung daselbst angehörigen und durch Vermittelung des Herrn Dr. Fuhlrott an mich gelangten germanischen Schädel haben starke Augenbrauenbogen, aber mehr oder weniger gut entwickelte Stirngegend und gute Gesichswinkel, wie denn auch die in der Stuttgarter Sammlung befindlichen Sinsheimer Schädel eine edle kaukasische Bildung zeigen. Es ist gewiss, dass schon im Alterthum die verschiedenen germanischen Stämme, je

nachdem sie ihre Abstammung rein erhalten oder mit den Resten einer Urbevölkerung oder gar mit römischem Blute sich vermischt hatten und je nachdem sie eine rohe oder schon gesittetere Lebensweise führten, eine verschiedene Körperbeschaffenheit sowie Gesichts- und Kopfbildung hatten. Die Verschiedenheit der Schädelbildung spricht sich am meisten in der stärkeren oder geringeren Entwickelung des Vorderkopfes und in der Stellung des Gebisses aus, das zuweilen etwas vorspringend ist, wie es noch jetzt bei einigen deutschen Stämmen, z. B. in Hessen und dem Westerwald nicht selten gefunden wird. Huschke [1]) bildet einen unter der Stadtkirche zu Jena mit mehreren anderen von derselben eigenthümlichen Form gefundenen Schädel als Cimbernschädel ab, er ist dem Negerschädel ähnlich, von dem er sich aber durch das gerade Gebiss und die senkrechte Stirn unterscheidet, die Orbitalgegend ist wenig vortretend, die halbkreisförmige Schläfenlinie reicht bis 1 Zoll Abstand von der Pfeilnaht hinauf; seine Länge beträgt 196 Mm. Retzius [2]) beschreibt Schädel aus uralten, tausendjährigen skandinavischen Gräbern als langoval mit stark verlängertem Hinterhaupte, guter Stirn, geraden Zähnen, mit dem heutigen Schwedenschädel fast übereinstimmend; ein alter norwegischer und ein isländischer Schädel hatten dieselbe Form. Später hat Retzius [3]) die kleinen runden Schädel aus sehr alten Gräbern mit steinernen Waffen als Schädel der Iberier beschrieben, er rechnet dahin die von Eschricht und Nilsson in alten Grabhügeln gefundenen Schädel, auch den von Wilde abgebildeten angeblich fossilen irländischen, der bei Dublin gefunden ist, und noch zwei andere ebendaselbst gefundene; auch die bei Meudon und Marly im Jahre 1845 von Serres mit steinernen Geräthen ausgegrabenen Schädel. Derselbe Forscher führt in seiner Abhandlung über die Schädelform der Nordbewoh-

1) E. Huschke, Schädel, Hirn und Seele des Menschen und der Thiere. Jena 1854.

2) Müller's Archiv 1845 pag. 84.

3) Ebend. 1847 pag. 499.

ner an, dass die Augenbrauenhöcker bei den jetzigen Schweden, Slaven und Finnen stark entwickelt sind; von den Esthen sagt Hueck dasselbe; bei den Lappen fehlen sie oder sind wenig entwickelt, auch die der Grönländer sind klein. In dem neuesten Verzeichnisse der ehemals Morton'schen Sammlung[1]) werden als Schädel mit auffallend vortretender Orbitalgegend erwähnt der eines englischen Soldaten mit celtischem Typus, Nr. 21, der eines Norwegers, Nr. 1260, und der eines Finnen, Nr. 1537, beide nach Abgüssen von Retzius, ferner der von Davis und Squier im Sciotothale, Ohio, in einem rohen Steingrabe gefundene eines Uramerikaners, Nr. 1512, von runder Form mit hohem Scheitel, der eines Calmücken, Nr. 1533, und der eines Eskimo, Nr. 1558, abgebildet.

Wenn nun aus den mitgetheilten zahlreichen Beispielen hervorgeht, dass am häufigsten an Schädeln roher und zumal nordischer Völker, denen zum Theil ein hohes Alterthum zugeschrieben wird, ein starkes Vortreten der Augenbrauengegend sich findet, dessen Spuren sich bis in die Gegenwart verfolgen lassen, so darf man vermuthen, dass eine solche Bildung der schwache Rest eines uralten Typus ist, der uns in dem Schädel aus dem Neanderthale in der auffallendsten Weise entgegentritt und dem menschlichen Antlitz einen ungemein wilden Ausdruck gegeben haben muss. Man darf diesen Ausdruck einen thierischen nennen, weil der vorspringende obere Augenhöhlenrand auch für die Gesichtsbildung der grossen Affen bezeichnend ist, wiewohl er hier nicht durch die Ausdehnung der Sinus frontales bedingt wird. Diese hat R. Owen wie am Gorilla so auch an zwei Tasmanen- und einem Australierschädel ganz vermisst, was dem schwächlichen Körperbau dieser Wilden entsprechend ist.

Die Nachrichten, welche uns römische und griechische Schriftsteller von der Körperbeschaffenheit und den Sitten der rohen Völker des alten Europa hinterlassen haben, gewinnen

1) Aitken Meigs, catal. of human crania in the collection of he Acad. of nat. science of Philadelphia. 1857.

durch die Auffindung solcher Schädel ein unerwartetes Licht. Selbst von den Germanen sagt Caesar, dass die römischen Soldaten das Antlitz derselben und den Blitz der Augen nicht ertragen konnten und plötzlicher Schreck das Heer ergriffen habe. Auch von den Galliern sagt Ammianus Marcellinus: sie sind schrecklich wegen der Wildheit ihrer Augen. Als viel roher werden uns aber die alten Britten und Irländer, die Belgier, die Finnen und Scythen geschildert. Nach Strabo sind die Irländer gierige Cannibalen, und halten es für etwas Löbliches, die Leichname ihrer Eltern zu essen; so schildert sie auch Diodor; der h. Hieronymus will es sogar in Gallien gesehen haben, dass die Scoten Menschenfleisch assen. Tacitus sagt von den Finnen, dass sie in einem Zustand von erstaunlicher Wildheit leben, ihre Nahrung sind wilde Kräuter, ihre Kleider Felle, sie haben nur knöcherne Pfeilspitzen, und für ihre Kinder und Greise kein anderes Obdach, als eine Hütte aus geflochtenen Zweigen. Adam von Bremen erzählt, dass noch im 11. Jahrhundert die sogenannten Jotunen, die älteste Bevölkerung Skandinaviens, in den Gebirgen und Wäldern wohnten, in Thierfelle gekleidet, und Töne von sich gebend, die mehr dem Geschrei wilder Thiere als der menschlichen Sprache glichen; ihre Besiegung und Vertilgung wird in den Gedichten der Skalden gefeiert.[1]) Isigonus von Nicäa, den Plinius[2]) anführt, sagt, dass ein Scythenstamm, der zehn Tagereisen vom Dnieper nordwärts wohne, der Menschenfresserei ergeben sei, aus Menschenschädeln trinke, und die Haut mit dem Kopfhaar der Erschlagenen auf der Brust trage. Wie in den deutschen Sagen und Mährchen manche Züge des Lebens unserer Vorfahren aus der heidnischen Zeit erhalten sind, so mag auch die Sage von dem Menschenfresser, die nach Grimm's Untersuchungen, wie sie schon bei Homer in der Geschichte des Polyphem erzählt wird, so in den Sagen fin-

1) Vgl. J. C. Prichard Naturgeschichte des Menschengeschlechts, deutsch von R. Wagner und Will. Leipz. 1842. III. 1 pag. 301.

2) Plinii Sec. hist. nat. VII. 2.

nischer, tatarischer und germanischer Völker viel verbreitet ist, in der wirklichen Erinnerung solcher Gräuel ihren Ursprung haben.

Die Betrachtungen, zu denen uns ein Vergleich des Schädels aus dem Neanderthale mit den ältesten Rassenschädeln geführt hat, finden aber auch noch eine Bestätigung in der nun zu erwähnenden Auffindung von Schädeln, die mit jenen eine viel grössere Uebereinstimmung zeigen, als die bisher genannten.

In der Sitzung der niederrheinischen Gesellschaft vom 9. Juli 1857 theilte Geh. Oberbergrath Nöggerath mit, dass in den Verhandlungen der Kais. Russ. mineralogischen Gesellschaft zu St. Petersburg vom Jahre 1842 sich eine Nachricht von Dr. S. Kutorga über zwei Menschenschädel aus dem Gouvernement Minsk finde, und dass der eine der dort abgebildeten Schädel eine grosse Aehnlichkeit mit dem im Neanderthale gefundenen zeige. Beide Schädel sind bei Bobruysk gefunden; der eine im sandigen Boden einer Vertiefung, die ein altes Flussbett zu sein scheint. An dieser Stelle werden seit längster Zeit sehr viele Menschenknochen gefunden, und der Sage nach stand hier eine Stadt, die durch Ueberschwemmung zerstört wurde. Dieser Schädel bietet nur das Stirnbein und die beiden Scheitelbeine dar, das Stirnbein ist stark niedergedrückt, die Arcus superciliares ragen sammt den oberen Augenhöhlenrändern wie zwei starke Wülste hervor, die beiden Seiten des Stirnbeins sind unsymmetrisch, auch die Scheitelbeine ungleich und die Pfeilnaht sichtbar flach gedrückt. Kutorga hält es für sehr wahrscheinlich, dass künstlicher Druck diese Schädelform hervorgebracht hat; die beigegebene Zeichnung macht indessen nicht den bestimmten Eindruck einer künstlichen Entstellung. Der andere Schädel aus einem alten Grabhügel derselben Gegend zeigt eine gut entwickelte Stirn, Stirn und Scheitelbeine sind aber noch unsymmetrischer als beim ersten Schädel; auf der rechten Seite ist ein sehr entwickeltes Tuber frontale, auf der linken fehlt es ganz, auch das linke Scheitelbein ist kleiner als das rechte.

Bald darauf, im September 1857 wurde ich in dem Römisch-germanischen Central-Museum zu Mainz von Herrn L. Lindenschmit auf den Gypsabguss eines ganz ähnlich gebildeten Stirnbeins aufmerksam gemacht, das von einem bei Plau in Mecklenburg gefundenen Schädel stammte. Bei Gelegenheit der Versammlung der deutschen Naturforscher und Aerzte in Bonn im September 1857 wurden diese eigenthümlichen Schädelbildungen in Abgüssen vorgezeigt, die Verschiedenheit derselben von anderen niederen Rassenschädeln hervorgehoben, und die Ansicht wiederholt, dass diese bisher unbekannte Schädelform wohl einem in Nordeuropa vor der germanischen Einwanderung ansässigen Urvolke angehöre. Nachdem ich mich hierauf an Hrn. Archivrath Dr. Lisch in Schwerin gewendet, wo die Schädel in der Grossherzoglichen Sammlung sich befinden, erhielt ich genaue Auskunft über den Fund in Plau und die Schädelbruchstücke wurden mir nebst ähnlichen in Schwaan und an anderen Orten Mecklenburgs gefundenen bereitwilligst zugesendet, worüber ein kurzer Bericht in der Sitzung der niederrheinischen Gesellschaft vom 3. Februar 1858 gegeben wurde.[1]) Es wurde nämlich bei Plau[2]) im Kiessande 6 Fuss tief unter der Oberfläche ein menschliches Gerippe in hockender, fast knieender Stellung mit aus Knochen gearbeiteten Geräthschaften, einer Streitaxt aus Hirschhorn, zwei aufgeschnittenen Eberhauern und drei an der Wurzel durchbohrten Schneidezähnen vom Hirsch gefunden. Diesem Grabe wurde ein sehr hohes Alter zugeschrieben, weil jeder Schutz desselben durch Steinbauten, jede Spur eines Leichenbrandes und jedes Geräthe aus Stein, Thon oder Metall fehlte. Herr Dr. Lisch, dem die ungewöhnlich stark hervorragende Augenbrauengegend, die breite Nasenwurzel und die fast ganz hintenüberliegende Stirn auffiel, begleitet die Angabe des Fundes mit der Bemerkung:

---

1) Verhandl. des naturhist. Vereins der preuss. Rheinl. u. Westph. 1858. XV.

2) Jahrb. des Vereins für mecklenburg. Geschichte und Alterthumskunde, herausg. von G. C. F. Lisch. Schwerin 1847. XII pag. 400.

„Die Bildung des Schädels weist auf eine sehr ferne Periode zurück, in welcher der Mensch auf einer sehr niedrigen Stufe der Entwickelung stand. Wahrscheinlich gehört dies Grab dem Autochthonenvolke an.“ Es gelang mir mit Mühe, den Schädel, der mit dem Gerippe von den Arbeitern zerschlagen worden, aus den mir übersendeten 22 Bruchstücken wieder zusammenzusetzen. So ähnlich die Stirnbildung dieses Schädels dem aus dem Neanderthale ist, so ist der Wulst der Augenbrauenbogen bei dem letztern doch stärker und mit dem obern Orbitalrand ganz vershmolzen, was an jenem nicht der Fall ist; die Schädel unterscheiden sich aber wesentlich durch die allgemeine Form, die bei diesem langelliptisch, bei jenem abgerundet ist. Am Plauer Schädel ist ein Theil des Oberkiefers mit den Zähnen und der ganze Unterkiefer erhalten; das Gebiss ist gerade. Die Knochen sind dick, aber sehr leicht und kleben stark an der Zunge. Die Muskelansätze am Hinterhaupt über dem Zitzenfortsatz sind sehr stark entwickelt, die Nähte des Schädels noch ganz unverknöchert, der letzte obere Backzahn rechts ist noch nicht durchgebrochen, die Zähne sind abgeschliffen, an einigen Mahlzähnen fast die ganzen Kronen verschwunden, die unteren Eckzähne sind viel grösser als die Schneidezähne und stehen über die Zahnreihe vor; das Foramen incisivum am Oberkiefer ist sehr gross, über 4 Mm. weit. Der aufsteigende Ast des Unterkiefers geht rechtwinklig ab, ist breit und kurz; auch an dem Unterkiefer sind die Rauhigkeiten für die Muskelansätze stark ausgebildet. Auf dem rechten Scheitelbein ist ein länglicher Eindruck wie von einem Schlage. Die Grössenverhältnisse ergeben sich aus folgenden Maassen:

Umfang des Schädels über die Augenbrauenbogen und obere halbkreisförmige Linien des Hinterhaupts gemessen . . . . 445 Mm.

Von der Nasenwurzel über den Scheitel bis zur obern halbkreisförmigen Linie . . . . 320 „

Von der Nasenwurzel über den Scheitel bis zum Hinterhauptsloch . . . . 380 „

Länge des Schädels von der Glabella bis zum Hinterhaupt	168	Mm.
Breite des Stirnbeins	107	„
Schädelhöhe, von einer Linie, welche die Schläfenränder der Scheitelbeine verbindet, bis zur Mitte der Pfeilnaht	80	„
Vom Hinterhauptsloche ebendahin	122	„
Breite des Hinterhaupts von einem Scheitelhöcker zum andern	138	„
Breite der Schädelbasis von einem Zitzenfortsatz zum andern	155	„
Dicke des Stirnbeins und der Scheitelbeine in der Mitte der Knochen	9	„

Der Schädelinhalt mit Hirse gemessen beträgt 36 Unzen 3½ Drachmen Preuss. Med. Gew.

Ein anderer Fund in Mecklenburg bietet noch einmal diese Schädelform; die Umstände der Auffindung lassen wiederum ein hohes Alter dieser Ueberreste voraussetzen.[1]) Im Jahre 1852 nämlich wurde in einem „der Herrberg“ genannten Kegelgrabe von Schwaan unter einem mit einem Erdhügel bedeckten Steinkegel ein menschliches Gerippe mit kupfernem Schwert gefunden; der Schädel desselben zeigte eine regelmässige kaukasische Form. Unter dem Steindamme, auf dem diese Leiche ausgestreckt lag, fand man acht in gleicher Richtung liegende Schädel, das Gesicht nach Westen gerichtet, unter diesen eine nicht zu zählende Menge übereinander liegender Gebeine, die Armröhren anscheinend über den Schenkelknochen, als seien an dieser Stelle acht Leichen im Urboden in hockender Stellung beigesetzt. Diese Knochen waren so mürbe, dass nur wenige gerettet werden konnten. Ein Stirnbein, das mir ebenfalls von Hrn. Dr. Lisch zugesendet worden, zeigte in der Erhöhung der Augenbrauen, der kurzen zurückliegenden Stirn, der breiten Nasenwurzel grosse Aehnlichkeit mit dem Schädel von Plau; doch waren

1) Jahrb. d. Vereins f. Mecklenb. Geschichte und Alterthumskunde. 1854. XIX pag. 297.

diese Hervorragungen viel schwächer und der dünne Knochen mit verschmolzener Kronennaht schien von einem jugendlichen oder weiblichen Schädel herzurühren; er klebt an der Zunge wie jener von Plau. Die Annahme, dass die acht im Urboden bestatteten Leichen einer älteren Zeit angehören, als die Hauptleiche, lässt sich durch die schlechtere Erhaltung jener Knochen nicht rechtfertigen, denn diese hängt lediglich von der Art ihrer Lagerung ab; es liegt vielmehr nahe, in jenen acht Leichen die bei der Bestattung des Helden mitgeopferten Sklaven zu erkennen. Dass die Germanen bei ihrer Einwanderung in Deutschland eine Bevölkerung vorfanden, ist nach geschichtlichen und sprachlichen Andeutungen nicht zweifelhaft; die Bestattung in hockender Stellung ist nicht germanisch, sie deutet auf ein höheres Alterthum und mag sich mit den Resten der Urbevölkerung auch in der Zeit der Germanen noch erhalten haben. Wie die Todten der Eskimos und Grönländer und vieler amerikanischen Stämme in ihren Gräbern sitzen, so kommen nach Nilsson[1]) hockende menschliche Gerippe nur in den ältesten Gräbern Skandinaviens vor, z. B. auf der Axevalla-Haide; diese Urgräber sind mit grossen Steinen bedeckt; in ihnen kommen nie Metalle, nie eine Spur des Leichenbrandes vor, nur knöcherne und steinerne Geräthe. Die Schädel dieser Leichen sollen durch die Kronennaht in zwei gleiche Theile getheilt sein, von denen der hinterste breiter als der vordere ist; sie sind auffallend klein, kugelförmig fast rund, die Kinnbackenknochen und das Nasenbein stehen sehr weit vor, am meisten unterscheiden sie sich von den Schädeln anderer Stämme durch die niedrige sehr zurückgeschobene Stirn. Eschricht giebt eine damit übereinstimmende oben mitgetheilte Beschreibung der Schädel aus den Hünengräbern Dänemarks. A. G. Masch verweist auf einen solchen in einem Urgrabe auf der Insel Möen gefundenen und in Dagen, dansk folkeblad 15. Sept. 1835, abgebildeten Schädel, sowie auf eine bei

1) Jahrbücher des Vereins f. Mecklenb. Geschichte u. Alterthumskunde. 1849. XIV pag. 301.

Fehrbellin[1]) gefundene Hirnschale, die alle Zeichen des Schädels von Plau tragen soll, und wahrscheinlich ein Trinkschädel ist. Auch J. Ritter[2]) giebt Nachricht von einem bei Plau gefundenen Hünengrabe, der Schädel lag einen Fuss höher als das übrige Gerippe, dem Anscheine nach war die Leiche in sitzender Stellung beigesetzt. Die Stirnbildung des Schädels wird als auffallend flach angegeben. Wie in Skandinavien hat man auch in Frankreich und Deutschland in alten Gräbern menschliche Skelete in hockender Stellung gefunden. Tschudi hat bekanntlich solche Mumien aus Peru gebracht und Troyon sah dasselbe in den ältesten Gräbern des Kanton Wallis. Mit dem Schädel von Plau und dem Stirnbein von Schwaan, die eine dem Schädel aus dem Neanderthale entsprechende Bildung zeigen, haben indessen die beiden ebenfalls in der Grossherzoglichen Sammlung in Schwerin befindlichen beiden Stirnbeine von Pisede nur eine entfernte Aehnlichkeit; das eine Stirnbein ist dick mit wulstigen Augenbrauenbogen, niedriger zurückliegender Stirn, die Knochenleiste für den Schläfenmuskel geht hoch hinauf und reicht bis zur Kronennaht, das zweite Stirnbein hat glatte Augenbrauenbogen, aber die Gegend der Glabella ist auffallend vorspringend, die Stirn etwas besser gewölbt. Ein alter Schädel derselben Sammlung, der tief im Moore von Sülz gefunden worden, und von dem ich durch Herrn Dr. Lisch einen Gypsabguss erhielt, hat eine abweichende und sehr eigenthümliche Bildung, er ist klein und länglich, von der Seite gesehen auffallend rund, er hat eine schmale aber gut gewölbte Stirn, kleine aber wulstige Augenbrauenbogen, die Nähte sind offen, die Gegend der Pfeilnaht kielförmig vorspringend, wie an den sogenannten kahnförmigen Schädeln, das Hinterhaupt stark vorragend mit einer sehr entwickelten scharfen Spina.

Als schliessliches Ergebniss aus der vorstehenden Untersuchung möchten die folgenden Sätze zu betrachten sein.

---

1) Jahrb. d. Vereins f. Mecklenb. Geschichte etc. 1844. IX pag. 361.
2) Ebend. 1846. XI.

Die Schädelbruchstücke von Schwaan und Plau dürfen mit Wahrscheinlichkeit sowohl der anatomischen Bildung wegen, als nach den Umständen ihrer Auffindung einem rohen Urvolke zugeschrieben werden, welches vor den Germanen das nördliche Europa bewohnt hat, und wie die ähnlichen Funde von Minsk in Russland und in dem Neanderthale bei Elberfeld beweisen, eine weite Verbreitung hatte, und mit der Urbevölkerung von Britannien, Irland und Skandinavien, wie die Schädelform derselben vermuthen lässt, verwandt war. Während die Knochen von Schwaan in einem germanischen Steingrabe beigesetzt waren, also noch mit der geschichtlichen Zeit in einer Beziehung stehen, wurden die Gebeine von Plau nur im Sande mit den knöchernen Geräthen der unvollkommensten Cultur gefunden, ebenso der eine Schädel von Minsk im Sande eines alten Flussbettes. Die menschlichen Gebeine und der Schädel aus dem Neanderthale übertreffen aber alle die anderen an jenen Eigenthümlichkeiten der Bildung, die auf ein rohes und wildes Volk schliessen lassen; sie dürfen, sei nun die Kalkhöhle, in der sie ohne jede Spur menschlicher Cultur gefunden worden sind, der Ort ihrer Bestattung gewesen, oder seien sie wie anderwärts die Knochen erloschener Thiergeschlechter in dieselbe hineingeschwemmt worden, für das älteste Denkmal der früheren Bewohner Europa's gehalten werden.

Erklärung der Abbildungen,

die nach photographischen Aufnahmen gezeichnet sind.

Fig. 1. Ansicht des Schädels aus dem Neanderthale von vorn.
Fig. 2. Seitenansicht desselben.
Fig. 3. Ansicht der Schädeldecke von innen.
Fig. 4. Ansicht des Plauer Schädels von vorn.
Fig. 5. Seitenansicht desselben; dieser Schädel, an dem das linke Scheitelbein fehlt, ist in der Zeichnung einigermaassen ergänzt.

Fig. 6. Ansicht dieses Schädels von hinten, wobei derselbe etwas nach vorn geneigt ist, um die ganze Hinterhauptgegend sehen zu können.

Die Figuren 1. 2. 4 und 5 sind nach der natürlichen Stellung des Schädels im Leben gezeichnet.

Bemerkung. Da zur richtigen Beurtheilung des Gesichtswinkels der Schädel dieselben nicht, wie gewöhnlich der Fall ist, auf dem Unterkiefer und dem Hinterhaupte ruhen dürfen. sondern in die Stellung gebracht werden müssen, wie sie im Leben von der Wirbelsäule getragen werden, so ist für die Aufstellung der Schädel in Sammlungen die einfache Vorrichtung, die Herr Bildhauer von der Launitz in Frankfurt am Main den von ihm gefertigten Abgüssen seltener Schädel giebt, sehr empfehlenswerth.

Erörterungen über die Bewegungen des Froschherzens.

Von

Dr. Rudolf Heidenhain in Halle.

Herr Professor Eckhard in Giessen hat neuerdings einen „Beitrag zur Theorie der Ursachen der Herzbewegung“[1]) herausgegeben, dessen Hauptinhalt in Widerspruch steht mit Versuchsresultaten, welche ich in einer früheren Arbeit veröffentlicht habe.[2]) Eckhard übergeht meine Versuche, ich weiss nicht aus welchem Grunde, mit Stillschweigen. Dass sie ihm bekannt sind, muss ich voraussetzen, weil er meine Dissertation anderorts citirt hat. Ich kann deshalb nur annehmen, dass Eckhard die Ergebnisse meiner Experimente nicht bestätigen konnte. Eine neue Revision hat mich davon überzeugt, dass ich mich bei meinen früheren Angaben nicht geirrt habe, dass vielmehr Eckhard in Bezug auf sehr wesentliche Punkte seines „Beitrages“ sich in einem leicht nachzuweisenden Irrthume befindet. Dieser Umstand veranlasst mich um so mehr, auf meine frühere und die jener widersprechende Arbeit Eckhard's zurückzukommen, als wahrscheinlich meine Dissertation das Schicksal vieler Inauguralschriften theilt, nur wenigen Fachgenossen bekannt geworden zu sein.

---

1) Beiträge zur Anatomie und Physiologie Heft II, p. 147.

2) Disquisitiones de nervis organisque centralibus cordis cordumque ranae lymphaticorum, experimentis illustratae. Diss. inaug. Berolini 1854.

Zum Ausgangspunkte für Eckhard's Untersuchungen dienten die bekannten Arbeiten von Stannius[1]) und von Bidder[2]), deren wichtigste Ergebnisse ich dem Leser in's Gedächtniss zurückzurufen mir erlaube. Stannius fand folgende Thatsachen:

1) Legt man eine Ligatur um die Uebergangsstelle des Hohlvenensinus in den rechten Vorhof, so steht das Herz in der Diastole stille, während die drei Hohlvenen und der sinus venosus fortpulsiren.

2) Geht man mit der Ligatur von dem Uebergange des Hohlvenensinus in den rechten Vorhof weiter nach dem ostium venosum der Kammer, so steht der abgeschnürte Theil der Vorhöfe mit dem Ventrikel immer stille, während der oberhalb der Ligatur gelegene Theil des Herzens fortpulsirt. Selbst wenn man die Unterbindung in unmittelbarer Nähe des Ventrikels vornimmt, erfolgt Stillstand des letzteren, vorausgesetzt, dass die äusserste Grenze des Ventrikels nicht mit eingeschnürt ist.

3) Legt man eine Ligatur hart um die Grenze des Ventrikels, so bleiben beide von einander getrennte Herztheile in rhythmischer Contraction, doch kommen 2—3 Contractionen der Vorhöfe auf eine Contraction des Ventrikels.

4) Hat man das Herz durch eine um die Grenze zwischen Hohlvenensinus und Vorhof gelegte Ligatur zum Stillstande gebracht, so kann man das Herz durch jeden mechanischen oder galvanischen Reiz in länger oder kürzer anhaltende Contractionen versetzen.

5) Legt man, nachdem das Herz durch die oben erwähnte Ligatur zur Ruhe gebracht ist, eine zweite Ligatur um die Atrioventriculargrenze, so zieht sich der Ventrikel lange Zeit hindurch zusammen, während die Vorhöfe in Ruhe verharren.

6) Endlich sah auch Stannius noch, dass ein durch einen Queerschnitt durch die Herzfurche getrennter Ventrikel in seinen Contractionen fortfährt.

1) Müller's Archiv 1852 p. 85—92.
2) Ebendas. p. 163—177.

Stannius stellt seine Entdeckungen einfach als nackte Thatsachen hin, ohne sie für eine Theorie der Herzbewegung zu verwerthen. Er deutet nur die Möglichkeit der Annahme an, dass die Centralorgane des Herzens verschiedener Natur seien, die einen die Contraction hemmend, die andern dieselbe fördernd.

Bidder schloss aus seinen Beobachtungen ebenfalls auf eine verschiedene functionelle Bedeutung der Centralorgane des Herzens, doch in anderm Sinne als Stannius: diejenigen Ganglien, welche auf der Vorhofsscheidewand liegen, sollen die spontanen Herzbewegungen vermitteln, die beiden zuerst von ihm beschriebenen Ganglien aber, welche am obern Ventrikelrande liegen, sollen nur den reflectorischen Herzbewegungen dienen, welche man bei Reizung des auf irgend eine Weise (z. B. durch Vagus-Erregung) zur Ruhe gebrachten Herzens erhält.

Eckhard experimentirt nun auf Grundlage der eben erwähnten Arbeiten weiter. Ich werde aus seinem Aufsatze nur diejenigen Punkte hervorheben, denen ich zu widersprechen genöthigt bin. Die Hauptirrthümer finden sich in folgenden Sätzen:[1] „Aus den Versuchen von Stannius, die ich bestätigen kann, ergiebt sich, dass Vorhöfe und Ventrikel sich zur Ruhe verfügen, sobald nur ein Schnitt genau an der Uebergangsstelle des Venensinus in den rechten Vorhof oder der Sicherheit halber ein wenig über jene hinaus[2]) geführt wird. Nach diesem Schritte bleiben nachweislich eine ganze Menge von Ganglien in der Scheidewand der Vorhöfe unverletzt, und da das Herz nunmehr ruht, kann nicht die gesammte, in der Scheidewand der Vorhöfe liegende Ganglienmasse als Erregungsorgan für die spontanen Herzbewegungen gelten. Es muss vielmehr hiernach als solches nur jener Theil beansprucht

1) A. a. O. S. 150.

2) Es ist nicht recht klar, nach welcher Seite hin der Schnitt über die Uebergangsstelle hinausgeführt werden soll. Wahrscheinlich nach der Seite des Vorhofes.

[illegible] Nähe der bezeichneten [illegible] Bewegung [illegible] gemeinsamen Stelle liegt."

[illegible] Seite [illegible]

[illegible]

Ebenso steht der oben sub b) angeführte Versuch von Stannius in Widerspruch mit der Eckhard'schen Theorie.

3) Stannius und Eckhard irrten darin, dass sie den Herzstillstand, welchen man durch eine auf die Uebergangsstelle des Hohlvenensinus in den Vorhof ausgeübte mechanische Einwirkung (Ligatur, Schnitt) hervorbringen kann, für einen dauernden hielten. Wenn man den weitern Verlauf der Erscheinungen nach Anlegung der Ligatur abwartet, so sieht man stets und ohne Ausnahme die Herzpulsationen nach längerer oder kürzerer Pause von selbst wieder beginnen. Der anfängliche Herzstillstand kann also nicht, wie Eckhard annimmt, darauf beruhen, dass durch den Schnitt oder die Ligatur die untern Herztheile mit den Ganglien des obern Vorhofsrandes ausser Zusammenhang gesetzt sind; es müssen auch die Ganglien, welche in den von der Sinusgrenze getrennten Herztheilen gelegen sind, mit automatischen Eigenschaften begabt sein. Ich habe die hierher gehörigen Thatsachen schon in meiner Dissertation S. 50—52 erwähnt und stelle hier theils aus meinen älteren, theils aus meinen neueren Controll-Versuchen die folgenden zusammen, welche den Erfolg der Stannius'schen Ligaturen, namentlich mit Bezug auf den Applicationsort, erläutern:

A. Bringt man die Ligatur hart an der Atrio-Ventriculargrenze an, so erfolgt meistentheils kein Stillstand der Ventrikelpulsationen, sondern nur eine Verminderung ihrer Frequenz. Die Angabe von Stannius, dass nach der Einschnürung der gedachten Stelle 2—3 Vorhofscontractionen auf eine Ventrikelcontraction komme, lässt es unentschieden, ob sich die Pulsfrequenz der Vorhöfe gegen die frühere Zahl vermehrt oder die des Ventrikels vermindert. Es ist das Letztere der Fall, wie folgende Beispiele zeigen.

	Pulsfrequenz des Ventrikels:[1]
I. Vor Anlegung der Ligatur:	17, 19, 19, 20, 19, 21, 19.
Nach Anlegung der Ligatur:	10, 10, 10, 12, 12, 13, 14, 15, 13, 13, 12, 12, 11, 11,

1) Es wird die Zahl der Schläge in 30 Secunden angegeben, wo nicht ausdrücklich etwas Anderes bemerkt ist.

Pulsfrequenz des Ventrikels:

II. Vor Anlegung der Ligatur: 28, 29, 26, 29, 28, 26.

Nach Anlegung der Ligatur: 12, 10, 10, 8, 6, 1, 2, 1, 2

B. Geht man mit der Ligatur an dem Vorhofe hinauf, so erfolgt auf Anlegung derselben Stillstand des Herzens, der im Allgemeinen um so länger währt, je näher man der Uebergangsstelle zwischen sinus venosus und Vorhof rückt. Am längsten wird die Herzpause, wenn diese Grenze selbst erreicht ist. Hierzu folgende Beispiele:

III. Ligatur um die Vorhöfe dicht über der Atrio-Ventriculargrenze.

	Pulsfrequenz des Ventrikels:
a. Vor Anlegung der Ligatur:	29, 30, 29, 31, 29, 30.
b. Nach Anlegung der Ligatur Stillstand von 100 Sekunden, dann:	8, 7, 4, 0, 1, 1, 1, 1, 0.

IV. Ligatur um die untere Hälfte der Vorhöfe.

	Pulsfrequenz des Ventrikels:
a. Vor der Umschnürung:	30, 33, 32, 33, 32.
b. Nach der Umschnürung drei Schläge, dann Pause von 45 Sekunden, darauf: . . .	3, 3, 3, 4, 3, 3.

V. Ligatur ungefähr um die Mitte der Vorhöfe.

	Pulsfrequenz des Ventrikels:
a. Vor der Umschnürung:	24, 24, 26, 26, 26.
b. Nach der Umschnürung 70 Sekunden Pause, dann:	2, 5, 4, 4, 1, 1, 2, 1, 2, 1, 2.

VI. Ligatur um die Mitte der Vorhöfe.

Pulsfrequenz vor der Umschnürung: 30, 29, 32, 31.

Nach der Umschnürung stellte sich eine ausserordentliche Verlängerung der Pause zwischen den einzelnen Herzschlägen ein; sie erfolgten in Zwischenräumen von 300, 115, 152, 253 Sekunden.

VII. Ligatur um die obere Hälfte der Vorhöfe.

Pulsfrequenz vor der Umschnürung im Mittel 23. Nach der Umschnürung betrug die Pause zwischen den einzelnen Herzschläg en 115, 170,167, 91, 100, 115, 116, 132 Sekunden.

VIII. Ligatur um die obere Hälfte der Vorhöfe.

Pulsfrequenz vor der Umschnürung nicht bestimmt. Nach der Umschnürung in den ersten 57 Sekunden 4 Pulse, darauf Stillstand von 245 Sekunden. Dann:

	Pulse in 60 Sek.
in der ersten Minute	14
in der neunten Minute	25
in den darauf folgenden 5 Minuten	23—24
22 Minuten später	18
32 Minuten später	16
10 Minuten später	12

IX. Ligatur genau an der Sinusgrenze.

Pulsfrequenz vor der Umschnürung: 30, 28, 30, 31, 30.

Nach der Umschnürung Stillstand von $14^1/_2$ Minute.

Es wechselten jetzt kürzere Zeiten, in denen das Herz pulsirte, mit längeren, in denen es stillstand, ab. Die Herzthätigkeit erstreckte sich sehr regelmässig über eine Minute, und zwar so, dass in den ersten 30 Sekunden dieser Minute beiläufig doppelt so viel Schläge gemacht wurden als in den zweiten 30 Sekunden. Die Zahlen stellten sich folgendermassen:

Nach der Umschnürung Pause von $14^1/_2$ Min. Darauf in je 30 Sek. 11 und 5 Pulse.

Dann	Pause	von	4	Min.	Darauf	in	je	30	Sek.	8	und	3	Pulse.
„	„	„	3	„	„	„	„	„	„	7	„	4	„
„	„	„	3	„	„	„	„	„	„	7	„	2	„
„	„	„	$2^1/_2$	„	„	„	„	„	„	7	„	2	„
„	„	„	$2^1/_4$	„	„	„	„	„	„	6	„	3	„
„	„	„	$2^1/_4$	„	„	„	„	„	„	6	„	3	„
„	„	„	$2^1/_4$	„	„	„	„	„	„	6	„	2	„

Wenn in diesem Falle die erste Pause nach der Umschnürung schon beträchtlich war, so sah ich dieselbe in andern Fällen sich noch weiter ausdehnen, auf $17^1/_2$, ja bis auf 25 Minuten.

Die angeführten Versuche widerlegen nun direct die Ansicht Eckhard's, nach welcher automatisch wirkende Ganglien nur in der Nähe der Uebergangsstelle des sin. venosus

in den rechten Vorhof liegen sollen. Wäre dies der Fall, so müsste offenbar der Ventrikel um so sicherer zur Ruhe gebracht werden, je weiter man mit der Ligatur von jener Stelle nach der Atrioventriculargrenze hin geht. Denn je mehr man sich dieser nähert, desto sicherer und vollkommener trennt man offenbar den Ventrikel von den automatischen Ganglien Eckhard's. Der Versuch lehrt gerade das Gegentheil: eine Ligatur unmittelbar an der Atrioventriculargrenze bringt meist gar keinen eigentlichen Herzstillstand, sondern nur eine Verringerung der Pulsfrequenz hervor. Der Stillstand tritt um so sicherer ein und und währt nun so länger, je weiter man sich von der untern Grenze der Vorhöfe nach der obern hin entfernt.

Wenn sich aus dem Bisherigen, entgegen Eckhard's Ansicht, mit Sicherheit der Schluss ergiebt, dass automatische Ventrikelpulsationen auch ohne die am obern Vorhofsrande gelegenen Ganglienzellen zu Stande kommen können, so fragt sich, wie weit die Möglichkeit derselben von den weiter unten gelegenen Ganglienzellen der Vorhofsscheidewand abhängt, — eine Frage, die noch nicht durch jene Versuche beantwortet ist, in welchen die Ligatur hart an der Atrioventriculargrenze angelegt wurde. Denn man hat keine Garantie, bei diesem Verfahren die ganze Scheidewand von dem Ventrikel zu trennen. Um den letzteren Zweck zu erreichen, ist es vielmehr nöthig, einen Schnitt durch die Herzfurche zu führen und die am Ventrikel gebliebenen Reste der Vorhofsscheidewand mit der Scheere zu entfernen. Dann bleiben dem Ventrikel, so weit die anatomische Untersuchung bisher gereicht hat, nur die beiden von Bidder am obern Ventrikelrande entdeckten Ganglien. Nach dem letzteren geehrten Forscher soll ein auf diese Weise der Vorhofsganglien beraubter Ventrikel zu dauernder Ruhe verurtheilt sein, so lange nicht äussere Reize auf denselben einwirken und Reflexpulsationen auslösen. Dieser Erfahrung gemäss betrachtet denn Bidder die beiden Ventrikelganglien als nur reflectorisch wirksame Centralorgane, nicht begabt mit der Fähigkeit zu automatischer Thätigkeit. Die Thatsache, auf welche sich

diese Anschauung stützt, ist aber nicht richtig. Unmittelbar nach der Operation hören allerdings in den meisten Fällen die spontanen Ventrikelpulsationen auf, aber nur, um nach kürzerer oder längerer Zeit von Neuem zu beginnen. Ja, man kann einen nicht unbeträchtlichen Theil des Ventrikels selbst unbeschadet der automatischen Pulsationen mit der Scheere abtragen. Erst wenn man das obere Viertel oder Drittel des Ventrikels abgeschnitten hat, bleibt der Rest nunmehr für immer unbeweglich liegen. Um sich von dem Erlöschen der spontanen Bewegungen zu überzeugen, muss man längere Zeit aufmerken. Ich habe einen seines obern Randes beraubten Ventrikel noch nach $24^{1}/_{2}$ Minuten die durch die Operation unterbrochenen Pulsationen wieder aufnehmen sehen. Hieraus geht hervor, dass Bidder nicht Recht hatte, den beiden Ventrikelganglien automatische Eigenschaften abzusprechen: der Ventrikel ist ja im Stande, ohne Beihülfe von Vorhofsganglien selbstständig zu pulsiren, so lange ihm sein oberer Theil mit den Bidderschen Ganglien gelassen ist. Diese Ganglien haben also nicht, wie es ihr Entdecker ursprünglich wollte, ausschliesslich reflectorische Bedeutung, sondern sie sind im Stande, auch ohne äussere Einwirkung Pulsationen einzuleiten. Wenn Eckhard in seiner Arbeit nachwies, dass die Ganglien der Vorhofsscheidewand, im Gegensatze zu den Ventrikelganglien, von Bidder mit Unrecht als nur automatische Centralorgane angesehen wurden, denen keine reflectorischen Functionen zukämen, so hört nach den obigen Erörterungen, die auch den Ventrikelganglien beiderlei Verrichtungen zuerkennen, jeder wesentliche functionelle Unterschied zwischen den Vorhofs- und Ventrikelganglien auf: beiderlei Ganglienzellen sind im Stande, sowohl reflectorisch als automatisch zu wirken.

Doch bedarf dieser Satz noch eines Zusatzes. Ich bezog soeben die automatischen Pulsationen des Ventrikels, die er nach Abtrennung der gesammten Vorhofsscheidewand ausführt, auf die beiden Bidder'schen Ganglien. Es ist jedoch nicht leicht, sich über diesen Punkt volle Gewissheit zu verschaffen. Soviel sieht man ohne Schwierigkeit bei einer auch

nur geringen Zahl von Versuchen, dass mit jenen Ganglien dem Ventrikel die Befähigung zu selbstständigen wie zu reflectorischen Pulsationen gegeben ist. Es könnte jedoch dem Einen oder dem Andern zweifelhaft sein, ob diese Befähigung mit der Abtragung jener Ganglien fortfällt. Die anatomische Ausbreitung der an der Anheftungsstelle der Vorhofsscheidewand an den obern Ventrikelrand in der Substanz des letztern liegenden Ganglien lässt sich im einzelnen Falle mit unbewaffnetem Auge nicht sicher feststellen und deshalb nicht sicher entscheiden, wie viel von dem Ventrikelrande abzutragen sei, damit man die Ganglien vollständig entfernt habe. Man sieht oft, nachdem man ein ziemlich breites ringförmiges Segment des obern Ventrikelrandes mitsammt der Insertionsstelle der Vorhofsscheidewand abgeschnitten hat, den Ventrikel selbstständige Pulsationen machen oder doch wenigstens bei Reizung reflectorisch pulsiren, und es kann fraglich erscheinen, wie diese Leistungen des Ventrikels zu deuten seien. Alle Wahrscheinlichkeit spricht dafür, dass sie zurückgebliebenen Resten der Bidder'schen Ganglien zuzuschreiben sind, welche, wenn der Ventrikel durch die Verstümmelung nicht zu sehr gelitten hat, sogar noch spontane Bewegungen veranlassen, die aber, wenn die Erschöpfung durch die Operation eine zu bedeutende war, nicht mehr im Stande sind, in sich selbst die Bedingungen zur Erregung zu entwickeln und deshalb äusserer Anregung, eines reflectorischen Anlasses, bedürfen, um contractionserregend zu wirken, — gerade wie das ganze ausgeschnittene Herz auf einem gewissen Stadium der Ermüdung nicht mehr selbstständig, wohl aber noch reflectorisch pulsirt. Freilich kann ich nicht läugnen, dass es mir in nur verhältnissmässig seltenen Fällen gelang, Reste jener Ganglien microscopisch nachzuweisen, und dass ich solche Bewegungen öfters auch dann noch beobachtete, wenn die sorgsamste microscopische Untersuchung durchaus keine Ganglienzellen am obern Ventrikeltheile mehr entdecken liess. Ich möchte hier aber eher an die Unzulänglichkeit der microscopischen Präparation glauben, als mich mit Eckhard zu der Annahme entschliessen, dass die reflectorischen Be-

wegungen des Ventrikels — nur diese allein kannte er — und die von mir beobachteten automatischen Pulse „einem Mechanismus zuzuschreiben seien, der kein bekanntes Analogon in der Muskelbewegung hat.“ Ich verkenne durchaus nicht, dass es stets ein Wagniss ist, anatomische Voraussetzungen zu machen, die nicht anatomisch sicher nachgewiesen werden können. Doch haben wir es einerseits mit einer der schwierigsten anatomischen Aufgaben zu thun, mit der Aufsuchung einiger von den Bidder'schen Ganglien zurückgebliebener Zellen in der Muskulatur des Ventrikels, — und wie leicht hier ein Uebersehen möglich ist, lehrt eine tausendfache Erfahrung. Auf der andern Seite sprechen mehrfache physiologische Gründe durchaus für jene Annahme, wie bald nachgewiesen werden wird, und endlich ist meine Voraussetzung keinenfalls gewagter, als Eckhard's Annahme eines eigenthümlichen, den übrigen Muskeln fremden Mechanismus.

Ich komme nunmehr zu einem Versuche Eckhard's, welchem dieser Forscher ein ganz besonderes Gewicht beilegt, um mittelst desselben über die Ursache der Pulsationen in's Klare zu kommen, die am Froschventrikel nach (vermeintlich vollständiger) Abtragung der Bidder'schen Ganglien durch äussere Reize hervorgerufen werden können. Nachdem Eckhard sich dafür entschieden, jene Bewegungen könnten nicht reflectorische im gewöhnlichen Sinne sein, fährt er fort: „sie müssen entweder durch Nerven vermittelte Reizbewegungen sein, deren scheinbar reflectorische Beschaffenheit vielleicht durch eine besondere Anordnung der Muskelbündel bedingt wird, oder sie kommen mit Hülfe eines Mechanismus zu Stande, in welchen mit dem Microscope erkennbare Nervenelemente nicht eintreten und der möglicher Weise einem besonderen Gesetze folgt.“ Die erste Annahme zu prüfen, versucht Eckhard, ob sich jene Bewegungen durch Hindurchleiten eines constanten Stromes verhindern oder doch wenigstens schwächen lassen. Im Bejahungsfalle würden sie als „durch Nerven vermittelte Reizbewegungen“, im Verneinungsfalle als jenem „besonderen Mechanismus“ angehörig anzusehen sein.

Hiergegen ist nun vor Allem einzuwenden, dass Eckhard's Versuch in der von ihm angestellten Weise zur Entscheidung der aufgeworfnen Frage durchaus Nichts beitragen kann. Pflüger[1]) hat durch seine trefflichen Untersuchungen über die Physiologie des Electrotonus nachgewiesen, dass auf einer von einem constanten Strome durchflossenen Nervenstrecke zwischen den Electroden weit complicirtere Verhältnisse eintreten, als man es früherhin vermuthen konnte. Die durchflossene Strecke zerfällt in zwei Abtheilungen von entgegengesetztem Verhalten. Die Region des positiven Poles geräth in einen Zustand verminderter, die Region des negativen Poles in einen Zustand gesteigerter Erregbarkeit. Ein Reiz, der hinreichend stark war, um vor Schliessung der Kette Zuckung hervorzurufen, versagt dieselbe oder wirkt doch wenigstens schwächer, wenn er auf die Region des positiven Poles angewandt wird. Ein Reiz, gar nicht oder doch nur in geringem Maasse fähig, bei offener Kette Muskelbewegung zu veranlassen, wird dessen in höherem Grade fähig, wenn er nach geschlossener Kette die Region des negativen Poles trifft. Weit entfernt also, dass auf einer durchflossenen Nervenstrecke die Erregbarkeit überall herabgesetzt wird, zeigt sie sich unter gewissen Bedingungen sogar erhöht. Die Ausdehnung der Zone verminderter und erhöhter Erregbarkeit ändert sich u. A. mit der Stromstärke. Aus diesen wichtigen Ergebnissen Pflüger's folgt nun ohne Weiteres, dass der Versuch, welchen Eckhard unternahm, in der Frage, zu deren Erledigung er angestellt wurde, keine Entscheidung herbeiführen konnte. Ein positives wie ein negatives Resultat, beide waren möglich, wenn es sich um durch Nerven vermittelte Reizbewegungen handelte. —

Aber das Ergebniss des Versuches fiel noch verwickelter aus, als es vorausgesetzt worden war. Der ruhende und nur auf äussere Reize mit Contraction antwortende Ventrikel verfiel in rhythmische Pulsationen, sobald die Kette geschlossen

1) Monatsberichte der Königl. Akad. der Wissenschaften zu Berlin. Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse vom 1. März 1858.

wurde, Zusammenziehungen, die, wie Eckhard nachwies, nicht von Stromesschwankungen im gewöhnlichen Sinne herrührten, sondern dem Einflusse des beständigen Stromes ihre Entstehung verdankten. Die Thatsache scheint beim ersten Anblicke sehr paradox und deshalb wohl geeignet, die Eckhard'sche Anschauung zu unterstützen, dass es sich beim Herzen um einen ganz eigenthümlichen, im Bereiche der sonstigen Muskeln bisher nicht bekannten, einem besondern Gesetze folgenden Mechanismus handle. Doch sind es hier wiederum Untersuchungen von Pflüger, von denen ausgehend man zu einer Erklärung der sonderbaren Erscheinung gelangt, ohne für das Herz specifische Eigenschaften und specifische Energieen in Anspruch nehmen zu müssen.

In einem Aufsatze „Ueber die tetanisirende Wirkung des constanten Stromes und das allgemeine Gesetz der Reizung“ 1) wies Pflüger nach, dass constante Ströme von der grössten Beständigkeit, die unsere galvanischen Vorrichtungen zu liefern vermögen, auf den motorischen Nerven erregend wirken können, vermöge innerer Molecularvorgänge, die an das Durchströmtsein feuchter Leiter geknüpft sind (translatorische und chemische Wirkungen des Stromes), eine Betrachtungsweise, welche die lange bekannte Thatsache, dass die Sinnesnerven auf constante Ströme mit Empfindung reagiren, und die neuere Entdeckung Pflüger's, dass schwache constante Ströme motorische Nerven tetanisiren, von einem gemeinsamen Gesichtspunkte aus erklärt. Eckhard kannte diese von Pflüger gefundenen Thatsachen zur Zeit seiner Versuche noch nicht, sonst wäre er ohne Zweifel auf den richtigen Weg gekommen, für die von ihm am Froschherzen beobachteten Erscheinungen eine Deutung zu finden, welche dieselbe an andere allgemeine Thatsachen anreiht. Von der Voraussetzung ausgehend, dass in dem Versuche des letzteren Forschers der constante Strom im Sinne Pflüger's erregend wirke, suchte ich den Beweis für diese Ansicht so zu liefern, dass ich mich zuerst über die Wirkung intermittirender, also

1) Virchow's Archiv Bd. XIII.

zweifelsohne erregend wirkender Ströme auf das Froschherz unterrichtete und dann damit die Wirkung constanter Ströme verglich. Dabei wurde zuerst in einer Reihe von Versuchen das ganze Herz sammt den Vorhöfen ausgeschnitten, beobachtet, sodann in einer zweiten Versuchsreihe Eckhard's reflectorisch wirksame Herzspitze, d. h. der Ventrikel, dessen oberer Rand so weit abgeschnitten ist, dass die spontanen Pulsationen aufgehört haben. —

Schon Ed. Weber bemerkte, dass die Ströme einer Saxton'schen Maschine, durch das ganze Herz geleitet, einen verschiedenen Erfolg haben können: wenn das Herz sehr kraftvoll wirkt, besonders im Sommer, bemerke man Verminderung der Schläge oder selbst allgemeinen Stillstand, unter andern Umständen trete Vermehrung der Pulsfrequenz ein. Die Erklärung findet Weber in seiner Entdeckung zweier functionell verschiedener Nervensysteme des Herzens, eines motorischen und eines hemmenden, von denen jenes im arteriellen Theile (Kammer, bulbus arteriosus) des Herzens das Uebergewicht habe, dieses im venösen Theile (sinus venosus, Vorkammer). Je nachdem der eine oder der andere dieser Nervenapparate der erregbarere ist, je nachdem der eine oder der andere von stärkeren Stromeszweigen getroffen wird, werde die Herzthätigkeit unter dem Einflusse galvanischer Ströme bald erhöht, bald herabgesetzt.

Man schalte ein ganzes ausgeschnittenes Froschherz so in den Kreis der secundären Spirale des Magnetelectromotors ein, dass die electrischen Ströme an der Herzspitze und dem obern Ende der Vorhöfe ein- und austreten. Die secundäre Spirale sei zuerst von der primären möglichst entfernt, der Kreis der letzteren offen. Nachdem man die Pulsfrequenz des Ventrikels bestimmt hat, wird der primäre Kreis geschlossen und von Neuem die Pulsfrequenz festgestellt. Dann wird der primäre Kreis geöffnet, die secundäre Spirale der primären behufs Verstärkung der Inductionsströme genähert und dasselbe Verfahren wiederholt, d. h. die Pulsfrequenz zuerst an dem sich selbst überlassenen, dann an dem electrisch erregten Ventrikel festgestellt u. s. f. Auf diese Weise schreitet man allmählig von den schwächsten zu den stärksten

Inductionsströmen fort. Die Erscheinungen, welche man am Ventrikel beobachtet, sind im Allgemeinen folgende: Bei den schwächsten Inductionsströmen sieht man gar keine Veränderung der Pulsfrequenz. Von einer gewissen Stärke der Ströme an steigert sich die Zahl der Ventrikelpulsationen, um so mehr, je stärkere Ströme man anwendet. Endlich bei einer noch höheren Stärke der inducirten Ströme werden die Ventrikelcontractionen so zahlreich, dass die einzelnen Pulse nicht mehr durch deutliche Ruhepausen von einander zu trennen sind. Die ganze Musculatur der Herzkammer geräth in unaufhörliche Thätigkeit. Dabei ziehen sich jedoch in der Regel nicht alle Theile derselben gleichzeitig zusammen, es entsteht keine eigentliche Systole, sondern die Contraction nimmt bald einen peristaltischen Verlauf von einem Ende des Ventrikels zum andern, bald verbreitet sie sich so unregelmässig über die Ventrikelwand, dass dieselbe in eine flimmernde, zitternde, wogende Bewegung geräth, die ich als einen tumultuarischen Tetanus bezeichnen möchte. Ja, in manchen Fällen sah ich den Ventrikel in eine vollkommen stetige tonische Contraction gerathen, in einen exquisiten Tetanus. Beiläufig gesagt kann ich hiernach der Behauptung Eckhard's, das Herz kenne keinen Tetanus, nicht beipflichten. In der eben beschriebenen Weise sieht man zwar in überwiegend vielen, doch nicht in allen Fällen die Ventrikelcontractionen unter dem Einflusse intermittirender Ströme sich ändern. Mitunter tritt, wie schon Weber hervorhob, statt der bisher betrachteten, gerade die entgegengesetzte Wirkung ein, statt der Vermehrung der Contractionszahl eine Verminderung oder selbst ein diastolischer Herzstillstand. Ich bin nicht im Stande, genauer die Bedingungen anzugeben, unter welchen der eine oder der andere Effect hervorgerufen werden kann. Für das Auftreten des einen oder des andern scheint, wenn man immer dieselbe physikalische Anordnung des Versuches festhält, in der That kein anderer Grund gefunden werden zu können, als das verschiedene Verhalten der Erregbarkeit der beiden Herznervensysteme. —

Für das Spätere von Interesse ist noch folgender Versuch:

Wenn man die Vorhöfe vom Ventrikel trennt und von dem letzteren gerade so viel seines oberen Randes abschneidet, dass die spontanen Zusammenziehungen aufhören und nur noch reflectorische Pulsationen zu erzielen sind, wenn man dann dieses für sich bewegungslose Stück in der oben beschriebenen Weise mit intermittirenden Strömen behandelt, so sieht man bei einer gewissen Stromstärke dasselbe in rhythmische Contractionen verfallen, ganz in der von Eckhard bei Anwendung constanter Ströme beobachteten Weise. Die Zahl der Contractionen ist eine beschränkte. Haben sie aufgehört, so kann man in der Regel durch Verstärkung des Stromes dieselben wieder hervorrufen. Bei den stärksten Strömen treten die schon oben beschriebenen tumultuarischen Zusammenziehungen von tetanischem Charakter ein. Dieses Experiment entspricht nun vollkommen dem oben erwähnten Hauptversuche Eckhard's. Die nur noch reflectorisch wirksame Herzspitze verfällt unter dem Einflusse intermittirender Ströme in rhythmische Contractionen, gerade wie sie Eckhard bei Anwendung constanter Ströme beobachtete. Der Schluss wird sehr nahe gerückt, dass die constanten Ströme dieselbe physiologische Einwirkung auf das Herz ausüben, wie die unterbrochenen. Da nun von den letzteren feststeht, dass sie erregend wirken, so wird ohne Frage auch von den ersteren anzunehmen sein, dass sie das Herz erregen. Dieser Schluss wird zur Gewissheit, wenn man den Einfluss des constanten Stromes auf das ganze Herz untersucht: es stellt sich heraus, dass sich das Herz gegen jenen auf dieselbe Weise verhält, wie gegen intermittirende Ströme: schwache Ströme verändern die Pulsfrequenz des Ventrikels gar nicht, stärkere erhöhen dieselbe, von einer gewissen Grenze an tritt Tetanus ein, nicht selten von ausgezeichnet stetigem Charakter. Doch bewirken in manchen Fällen auch die constanten Ströme, gerade wie die intermittirenden, diastolischen Herzstillstand durch vorwiegende Erregung des Hemmungsapparates. Ich stellte die Versuche mit einer Batterie kleiner Grove'scher Elemente und unter Anwendung aller für die Beständigkeit des Stromes nothwendiger Vorsichtsmaassregeln

(unpolarisirbare Electroden u. s. f.) an. Der Strom ging im Herzen von dem obern Ende der Vorkammern zur Spitze der Kammer. Zur Erläuterung mögen einige Beispiele dienen.

I. Ganzes Froschherz ausgeschnitten.

		Zahl der Schläge des Ventrikels in 30 Secunden.
	Vor der Schliessung	10, 14, 18, 17.
4 Elemente.	Nach der Schliessung	37, 51, 66, 65, 51.
	Oeffnung	20, 20, 19.
	1 Minute später	24.
	Schliessung	43.
	Oeffnung	23.
6 Elemente.	Schliessung	Stillstand des Ventrikels, flimmernde Zusammenziehungen seiner einzelnen Muskelbündel.
	Oeffnung	23.

II. Ganzes Herz ausgeschnitten.

	Vor der Schliessung	14, 16.
4 Elemente.	Schliessung	49.
	Oeffnung	13, 20, 23.
	Schliessung	49.
	Oeffnung	19, 20.
8 Elemente.	Schliessung	Tetanus des Ventrikels.
	Oeffnung	21.
	Schliessung	58. Die Pulse folgen so schnell auf einander, dass der Ventrikel fast tetanisch contrahirt erscheint.
	Oeffnung	24, 24.
4 Elemente.	Schliessung	Tetanus, doch nicht ganz stetig, vielmehr so, dass die ganze Ventrikelmusculatur in fortwährendem Flimmern begriffen ist.
	Oeffnung	23, 26.
	Schliessung	Tetanus.

III. Ganzes Herz ausgeschnitten.

		Zahl der Schläge des Ventrikels in 30 Sekunden.
	Vor der Schliessung .	14, 15, 25, 22, 20, 26.
1 Element.	Schliessung	26.
	Oeffnung	23, 24.
4 Elemente.	Schliessung	25, 36, 25, 15.
	Oeffnung	19.
6 Elemente.	Schliessung	33.
	Oeffnung	21, 21.
8 Elemente.	Schliessung	33.
	Oeffnung	22, 21.
	Schliessung	Tetanische Zusammenziehung des Ventrikels.

IV. Die grossen Venen werden in der Nähe des Herzens unterbunden und dann das Herz sammt den Ligaturen ausgeschnitten, so dass dasselbe mit Blut gefüllt bleibt.

		Zahl der Schläge des Ventrikels in 30 Sekunden.
	Vor der Schliessung .	10, 12.
2 Elemente.	Schliessung	15, 15.
2 Elemente.	Schliessung	37.
	Oeffnung	15, 9.
	Schliessung	39.
	Oeffnung	16.
8 Elemente.	Schliessung	38.
	Oeffnung	17.
	Schliessung	28. Die Pulse werden häufig durch unregelmässige tetanische Contractionen unterbrochen.
	Oeffnung	17.
	Schliessung	Unregelmässige tetanische Contraction des Ventrikels.

V. Unterbindung der Uebergangsstelle zwischen Vorhof und sinus venosus, Stillstand des Herzens. Exstirpation des ganzen Herzens. Dasselbe beharrt in diastolischem Stillstande.

4 Elemente.	Schliessung	Die Ventrikelcontractionen folgen so schnell auf einander, dass sie nicht zählbar sind.
	Oeffnung	Stillstand.
2 Elemente.	Schliessung	36, 35.
	Oeffnung	Stillstand.
4 Elemente.	Schliessung	50, 43.
	Oeffnung	Stillstand.
8 Elemente.	Schliessung	70, während der nächsten 30Sekunden unregelmässig tetanische Contractionen.
	Oeffnung	Stillstand.
	Schliessung	68, 66, 66. Pulsationen sehr unregelmässig.

In diesen Versuchen sieht man die constanten Ströme auf die Bewegungen des Herzens ganz in derselben Weise einwirken, wie es die intermittirenden Ströme thun. Gleiche Wirkungen, gleiche Ursachen. Intermittirende Ströme beschleunigen die Pulsfrequenz, weil sie den motorischen Nervenapparat des Herzens erregen. Da constante Ströme die Pulsfrequenz des ausgeschnittenen Herzens ebenfalls steigern, müssen sie, wie jene, erregend wirken. So lange die erregende Wirkung constanter Ströme auf motorische Nerven unbekannt war, konnten die unter dem Einflusse constanter Ströme auftretenden Erscheinungen als paradoxe Ausnahmefälle erscheinen und zu der Annahme verführen, dass im Herzen ein ganz besonderer Mechanismus gegeben sei, verschieden von den sonstigen motorischen Nerven- und Muskelapparaten. Pflüger's Untersuchungen räumen diese Schwierigkeiten hinweg und führen zu einer mehr befriedigenden Deutung.

Wir sind im Laufe der Untersuchung zu einer Reihe von Thatsachen und Schlüssen gelangt, welche den von Eckhard in seiner Arbeit vorgelegten widersprechen. Wir konnten vor Allem die Angabe jenes Forschers nicht bestätigen, dass nach Trennung der an der Uebergangsstelle des sinus venosus in den Vorhof gelegenen Ganglien die spontanen Herzbewegungen aufhören und demnach auch seinem Schlusse nicht beistimmen, dass nur jenen Ganglien automatische Eigenschaften zukämen. Eckhard hatte einen vorübergehenden Herzstillstand für einen dauernden gehalten, daher seine von uns bestrittene Theorie. Hier wäre nun noch nachträglich die Frage aufzuwerfen, die im Laufe der bisherigen Darstellung nicht berührt werden konnte, woher jene vorübergehende, mitunter freilich auf fast eine halbe Stunde sich ausdehnende Herzruhe herrührt, die bei mechanischer Einwirkung (Ligatur, quetschender Schnitt) auf die Uebergangsstelle des Venensinus in den Vorhof eintritt. Bewirkt die mechanische Insultation eine vorübergehende Erschöpfung des motorischen Herzapparates? Dem widerspricht der Erfolg der zweiten Stannius'schen Ligatur an der Atrioventricular-grenze, welche den durch die erste Ligatur zur Ruhe gebrachten Ventrikel von Neuem in Thätigkeit versetzt. Wahrscheinlicher ist es, dass die Ligaturen als kräftiger mechanischer Reiz wirken, der die eingeschnürten Nerven erregt. An der obern Grenze der Vorhöfe und dem Venensinus wiegt der Hemmungsapparat des Herzens vor, an der untern Grenze der Vorhöfe und dem Ventrikel der Bewegungsapparat, wie schon daraus hervorgeht, dass electrische Erregung dort Herzstillstand, hier Vermehrung der Pulsfrequenz herbeiführt. Deshalb sistirt die erste Stannius'sche Ligatur die Herzbewegung, während die zweite die aufgehobene Bewegung wieder hervorruft. Ich suchte einen direkten Beweis für diese Erklärung am Herzen von Fröschen, die mit Curara vergiftet waren. Nach Kölliker sollte das Pfeilgift die peripherischen Vagusenden im Herzen ebenso lähmen, wie die Enden der Muskelnerven. Beruhte die Wirkung der ersten Stannius'schen Ligatur auf Reizung der peripherischen Va-

gusenden, so musste sie am Curara-Herzen versagen. Der Versuch lehrte das Gegentheil, doch widerlegte sich dadurch die obige Hypothese keineswegs, denn es fand sich, dass auch electrische Reizung der peripherischen Endverbreitung jenes Nerven am pulsirenden Theile der Hohlvene das Herz zur Ruhe brachte, dass also, Kölliker entgegen, die peripherischen Vagusenden nicht gelähmt waren.[1]) Ich durfte deshalb trotz des unerwarteten Resultates bei meiner Hypothese bleiben. So einfach diese nun auch scheint, so lässt sie doch einen wichtigen Punkt noch dunkel. Wenn man durch Umschnürung der Uebergangsstelle des Venensinus in den Vorhof die Herzthätigkeit sistirt hat, so beginnt dieselbe zwar bald wieder, doch hält sie nur verhältnissmässig kurze Zeit an, sehr viel kürzere Zeit, als das Herz eines getödteten Frosches fortschlägt. Noch auffallender ist es, dass die Ventrikelpulsationen, die man an dem ruhenden Herzen durch Anlegung der zweiten Stannius'schen Ligatur hervorrufen kann, an Dauer ausserordentlich beschränkt sind. Oft sieht man nach 10—12 Schlägen den Ventrikel seine Pulsationen einstellen, um sie nicht wieder zu beginnen. Wie diese ausserordentliche Herabsetzung der Lebensfähigkeit des Herzens zu deuten sei, ist durchaus unklar. Wennschon hiernach unsre Erklärung der Stannius'schen Ligaturen nicht alle Erscheinungen verständlich macht, so kommen wir mit derselben doch weiter als Eckhard mit seinen Anschauungen, denen gegenüber wir die unsrigen im Folgenden kurz zusammenfassen.

Es liegt kein Grund vor, die Ganglien des Froschherzens in automatische und reflectorische zu sondern: alle haben, soweit die bisherigen Versuche reichen, sowohl automatische als reflectorische Bedeutung. Wenn nach Entfernung der Vorhofsscheidewand und selbst des obern Randes des Ventrikels der letztere nicht immer automatisch, sondern oft nur noch reflectorisch pulsirt, so ist der Grund in der Erschöpfung durch die bedeutende Verstümmelung zu suchen, welche den

1) Vgl. Medicinische Centralzeitung vom 11. August 1858.

am Ventrikel bleibenden Rest der Bidder'schen Ganglien unfähig macht, in sich selbst hinreichende Spannkräfte zur Erzeugung der motorischen Impulse zu entwickeln. Die Annahme eines specifischen Mechanismus für das Herz ist unnöthig. Sie wird durch Eckhard's Versuch mit dem constanten Strome nicht unterstützt. Constante Ströme wirken, wie intermittirende, erregend auf das Herz. Je nachdem der motorische oder der hemmende Apparat des Herzens durch dieselben vorwiegend erregt wird, tritt Beschleunigung oder Verminderung der Herzpulse ein: jene kann bis zum Tetanus steigen, diese bis zum diastolischen Stillstande sinken. Die Erregung des motorischen Apparates vermehrt, wenn sie das noch pulsirende Herz trifft, die Pulszahl, wenn sie den des obern Randes beraubten ruhenden Ventrikel trifft, veranlasst sie ihn zu rhytmischen Contractionen, gleichviel ob die Erregung durch constante oder durch intermittirende Ströme herbeigeführt wird.

Halle, im September 1858.

Nachschrift.

Der vorliegende Aufsatz war bereits seit mehr als 8 Tagen nach Berlin an die Redaktion dieser Zeitschrift gesandt, als mir die in vieler Beziehung interessante Arbeit des Hrn. v. Bezold im Septemberhefte des Virchow'schen Archiv's „zur Physiologie der Herzbewegungen“ in die Hand kam. Rücksichtlich der Stannius'schen Ligaturen ist v. Bezold im Allgemeinen zu denselben Versuchsergebnissen gelangt, die in meiner Dissertation veröffentlicht sind. Er glaubt aber meine Deutung der Wirkungsweise der Ligaturen verwerfen nnd an deren Stelle eine andere Hypothese setzen zu müssen. Da diese Opposition in meiner Arbeit nicht mehr berücksichtigt werden konnte, erlaube ich mir nachträglich über dieselbe einige Worte zu sagen.

Ich suche die wesentliche Wirkung der ersten Stannius-

schen Ligatur, welche, um die Grenze zwischen Hohlvenensinus und Vorhof gelegt, diastolischen Herzstillstand herbeiführt, in der Erregung des Hemmungsnervensystems des Herzens durch die mechanische Einwirkung, von Bezold dagegen in der Trennung des Sinus von dem übrigen Herzen, indem er folgende Hypothese aufstellt: das Herz enthält bewegende und hemmende Kräfte, und zwar derartig vertheilt, dass die Hauptheerde für die Erzeugung der rhytmischen Bewegungen in den Sinusganglien und in den Bidder'schen Ventricularganglien zu suchen sind, die hemmenden Centralheerde dagegen in den Vorhofsganglien. Die Summe der bewegenden Kräfte (Sinusganglien + Ventrikelganglien) ist im Herzen unter normalen Umständen grösser als die der hemmenden Kräfte (Vorhofsganglien), deshalb sind die ersteren im Stande, die Bewegung des Herzens zu unterhalten. Bei der Durchschneidung oder Unterbindung des Herzens an der Uebergangsstelle des Sinus in den Vorhof fällt der durch die Sinusganglien repräsentirte Antheil der bewegenden Kräfte für das Herz fort, die Summe der letzteren wird also vermindert und kann nunmehr durch die hemmenden Kräfte compensirt werden, so dass Ruhe eintritt. Während der Ruhe sammelt sich eine gewisse Kraftmenge in den Centralorganen des Ventrikels an, welche das Gleichgewicht endlich zu Gunsten der Bewegung stört.

Abgesehen davon, dass diese complicirte Hypothese mancherlei anderweitige Bedenken gegen sich hat (sie versetzt z. B. die bewegenden Kräfte des Herzens ausser in den Ventrikel hauptsächlich in den Venensinus, die hemmenden hauptsächlich in den Vorhof, obschon man bei electrischer Reizung des Venensinus mit einander sehr genäherten Poldräthen leicht Herzstillstand erreicht, der bei electrischer Reizung des Vorhofes nicht erzielt wird; sie nimmt ferner an, dass während der Ruhe die Spannkräfte der motorischen Ganglien wachsen, die der hemmenden Centralorgane nicht oder doch in schwächerem Verhältnisse, obschon sich beide unter wesentlich gleichen Bedingungen befinden, —) abgesehen hiervon stösst sie auf nicht unerhebliche experimentelle Schwierigkeiten,

denen gegenüber sie sich kaum halten dürfte. Es lässt sich durch den Versuch zeigen, dass es nicht bloss auf die Trennung des Sinus von dem übrigen Herzen ankommt, wenn man Herzstillstand herbeiführen will, sondern vielmehr darauf, dass durch die Art der Trennung eine energische mechanische Reizung gesetzt wird. Wenn man an einer Anzahl von Fröschen mit einer recht scharfen Scheere die Sinusgrenze durchschneidet und sich es angelegen sein lässt, Quetschung möglichst zu vermeiden, so sieht man nicht selten das abgetrennte Herz ohne Pause fortschlagen. Ist es doch Stannius bei Durchschneidung nur in zwei Fällen gelungen, den Herzstillstand herbeizuführen. Dagegen misslingt dies niemals, wenn man statt der Scheere die Ligatur anwendet. Die blosse Trennung versagt also oft, die mit möglichst starker Quetschung verbundene Trennung nie den Erfolg. Daraus folgt, dass das Wesentliche bei dem Versuche die Quetschung, d. h. die mechanische Erregung ist, und daraus wieder, dass von Bezold's Hypothese das Wahre unmöglich trifft.

Ich halte nach wie vor an meiner Ansicht fest, dass die Stannius'sche Ligatur dadurch den Herzstillstand herbeiführt, dass sie die Hemmungsnerven des Herzens erregt. Von Bezold hält diese Anschauung aus zwei Gründen für unhaltbar:

1) Es sei keine einzige Thatsache aus der Nervenphysik bekannt, welche zeigte, dass die einfache rasche Durchschneidung (die v. Bezold statt der Unterbindung bei seinen Versuchen anwandte) eines Nerven, so lange er noch einfacher Nerv ist, Tetanus oder eine irgendwie gestaltete Erregung, die 5 Minuten lang andauert, in demselben hervorrufe. — Es ist nun eine bekannte Thatsache, dass im Herzen die Vagusfasern mit Ganglienzellen in Verbindung stehen, die an und zwischen den Nervenstämmchen liegen. Deshalb ist eben der Vagus im Herzen nicht mehr „ein einfacher Nerv." Von Bezold kann mir unmöglich die Ansicht zugetraut haben, dass die Ligatur auf die Vagusfasern des Herzens wirke, ohne die zu ihnen gehörigen und ihnen eingelagerten

Ganglienzellen mit zu treffen. Dies besonders hervorzuheben, habe ich keine Veranlassung gehabt, weil es in der Natur der Sache liegt, und weil über die Art und Weise, wie sich die Ganglienzellen etwa an den vorliegenden Erscheinungen betheiligen könnten, doch keine eingehendere Vermuthung von grösserem Werthe als dem einer unsicheren Hypothese zu äussern war. Deshalb habe ich ohne Distinction bald von der peripherischen Endverbreitung des Vagus, bald von dem Hemmungsapparate des Herzens gesprochen, ohne den letzteren näher zu analysiren. Soll ich mir eine Vermuthung über die Art der Betheiligung der Ganglienzellen an dem Erfolge des Stannius'schen Versuches erlauben, so würde diese allerdings von der des Hrn. von Bezold abweichen. Wenn man das Rückenmark schnell unvollkommen zerstört, so kann man einen länger anhaltenden Tetanus der Extremitäten erzeugen, und bei Zerstörung der medulla oblongata sieht man nicht selten das Herz in längeren diastolischen Stillstand verfallen, beiläufig ein Versuch, der v. Bezold entgangen ist, wenn derselbe behauptet, dass mechanische Einwirkung auf den Vagus nirgends als im Herzen den Stillstand herbeiführe. Jene Versuche sind so zu deuten, dass die Betheiligung der mit den motorischen resp. hemmenden Fasern in Verbindung stehenden centralen Ganglienzellenapparate an der Erregung der letzteren eine Dauer verleiht, weit länger als der mechanische Eingriff währt, und länger als es der Fall sein würde, wenn der Eingriff nur den Nervenstamm träfe. Gleichwohl wird Niemand etwas dagegen haben, wenn man sagt, der Tetanus beruhe in jenem Experimente auf Erregung der motorischen Nervenfasern der Extremitäten. In diesem Sinne würde ich mir nun auch die mit den Vagusfasern im Herzen in Verbindung stehenden Ganglienzellen bei dem Unterbindungsversuche betheiligt denken. Zu einer weiter eingehenden Analyse der Function der Ganglienzellen des Herzens dürften jedoch unsere Erfahrungen schwerlich ausreichen.

2) Ein zweiter Einwurf v. Bezold's gegen meine Ansicht ist der, dass, wenn die Durchschneidung oder Unterbindung durch Reizung des Vagus wirken sollte, die Durchschnei-

dung oder Unterbindung einer beliebigen Stelle des Herzens Stillstand herbeiführen müsste. Dieser trete aber nur bei Durchschneidung einer ganz bestimmten Stelle ein (der Uebergangsstelle des Hohlvenensinus in den Vorhof). — Dieser Einwurf ist deshalb nicht stichhältig, weil das Thatsächliche nicht richtig ist. Ich habe in meinem vorstehenden Aufsatze gezeigt, dass, wie auch schon Stannius wusste, die Unterbindung an jeder Stelle des Vorhofes von der Sinus- bis zur Ventrikelgrenze Stillstand der abgeschnürten Parthie zur Folge habe. Von Bezold hat dies vermuthlich deshalb übersehen, weil er die Durchschneidung statt der Unterbindung anwandte und jene weit weniger kräftig erregend wirkt als die Ligatur. Wenn sich aber herausstellte, dass der Stillstand im Allgemeinen um so kürzer wird, je mehr man von der obern Vorhofsgrenze mit der Ligatur nach der untern Grenze hingeht, so liegt der Grund darin, dass vom Venensinus nach dem Ventrikel hin die hemmenden Elemente immer mehr gegen die bewegenden zurücktreten. —

Gelegentlich des dritten sehr interessanten Abschnittes der von Bezold'schen Abhandlung, welcher die rhytmische Erregung des nv. vagus betrifft, sei mir eine kurze historische Bemerkung gestattet. v. Bezold hat in der rhytmischen Erregung des nv. vagus diejenige Form des Hemmungsversuches wieder entdeckt, in welcher derselbe zuerst bekannt gemacht wurde, lange vor Ed. Weber's Artikel über Muskelbewegung. In seinem Aufsatze „Von dem Baue und den Verrichtungen der Kopfnerven des Frosches" (dieses Archiv Jahrg. 1838) beschreibt Volkmann (S. 87 u. 88) folgende Versuche: „Nichts ist sonderbarer als der Einfluss des vagus auf die Herzbewegung . . . . Der nv. vagus eines Frosches wurde $^3/_4$ Stunden nach dem Tode des Thieres mittelst einer galvanischen Säule von 8 Plattenpaaren zu 4 □Zoll gereizt durch unaufhörliche Schliessung und Oeffnung der Kette. Das Herz schlug 29 Mal in jeder Minute. Nach Reizung des Vagus schlug es in der zweiten Minute 11 Mal, in der dritten 31 Mal . . . . In der zweiten

Minute, wo nur 11 Schläge gezählt wurden, fand keineswegs allgemeine Verlangsamung des Pulses statt, sondern ein unverkennbares Intermittiren desselben, wobei 5—6 Pulsschläge hintereinander ausfielen .... Zwei Stunden nach dem Tode sank die Anzahl der Contractionen von 25 in der dritten Minute der Reizung auf 16, indem 8—10 Pulse ganz aussetzten, so dass das Herz fast 1/2 Minute lang ganz in Ruhe blieb... Eine Viertelstunde später war die Pulsfrequenz 20. Nachdem der Vagus gereizt worden war, zeigten sich in der zweiten Minute 4 kaum merkbare Contractionen in den gewöhnlichen Intervallen, dann stand das Herz 1 1/2 Minuten lang vollkommen still, worauf eine einzelne kleine Contraction erfolgte. Als die Reizung ausgesetzt wurde, ergaben sich 26 grosse und regelmässige Contractionen in der Minute." —

Diese Beobachtungen sind in der Physiologie sonderbarer Weise unbeachtet verloren gegangen. Durch v. Bezold's Versuche daran zurückerinnert, erlaube ich mir dieselbe als zur Geschichte der Physiologie des Vagus gehörig in's Gedächtniss der Physiologen zurückzurufen. —

Ueber die Elasticität der Muskeln, eine Erwiderung auf Volkmann's Aufsätze, Versuche über Muskelreizbarkeit und Versuche und Betrachtungen über Muskelcontractilität.

Von

Eduard Weber.

Volkmann's Aufsatz „Versuche über Muskelreizbarkeit" in den Berichten der Königl. Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften 1856, worin er meine Untersuchungen über die Elasticität der Muskeln[1]) angegriffen hatte, hatte mich zu einer Entgegnung „Kritische und experimentelle Widerlegung der von Volkmann gegen die Untersuchungen des Verfassers über die Elasticität der Muskeln aufgestellten Einwürfe und Beobachtungen" veranlasst, welche eben daselbst erschienen war. Volkmann hat hierauf seinen Aufsatz mit einigen beigefügten oder eingeschalteten Zusätzen in Müller's Archiv der Anat. und Physiol. 1857 abermals abdrucken und eben daselbst 1858 noch einen ausführlicheren Artikel unter der Ueberschrift „Versuche und Betrachtungen über Muskelcontractilität" als Erwiderung auf meine kritische und experimentelle Widerlegung folgen lassen. Ich sehe mich dadurch genöthigt, um diesen zweiten Aufsatz von Volkmann hier beantworten zu können, zunächst, entsprechend wie Volkmann, erst jene „kritische und experimentelle Wider-

1) In Wagners physiologischem Wörterbuch Art. Muskelbewegung.

legung" seines ersten Aufsatzes voraus zu schicken und zwar unverändert, wie sie in den Berichten der K. S. Ges. d. W. erschienen war, da Volkmann's zweiter Aufsatz sich wesentlich auf dieselbe bezieht und ohne sie gar nicht beurtheilt werden kann, und erlaube mir daher nur derselben einige erklärende Bemerkungen, die sich auf diese neueste Gegenschrift Volkmann's beziehen, der Kürze halber gleich an den betreffenden Stellen in Noten unter dem Texte beizufügen, während ich die Rechtfertigung alles Thatsächlichen für die nachfolgende Erwiderung auf Volkmann's zweiten Aufsatz mir vorbehalte.

I.

Kritische und experimentelle Widerlegung der von Volkmann gegen die Untersuchungen des Verfassers über die Elasticität der Muskeln aufgestellten Einwürfe und Beobachtungen.[1])

Volkmann hat in einem am 12. April 1856 in der K. Sächs. Gesellschaft der Wissenschaften gehaltenen Vortrage und in der in den Berichten der Gesellschaft vom Jahre 1856 Seite 1—10 gedruckten Anzeige jenes Vortrages meine Untersuchungen angegriffen, worin ich die Anwendung der in der Physik für elastische Körper geltenden Gesetze auf die Muskeln im Zustande der Ruhe sowohl als während ihrer Thätigkeit erörtert habe, und in diesem Aufsatze nicht blos die Richtigkeit meiner Ansichten, sondern auch meiner Beobachtungen und Messungen in Zweifel gezogen. Zum besseren Verständnisse dieses Streites habe ich zuvörderst historisch über dessen Entstehung Folgendes zu bemerken.

Volkmann ist zu diesen Untersuchungen durch Zweifel geführt worden, die er überhaupt gegen die Anwendbarkeit der Elasticitätsgesetze auf die Erscheinungen des in Thätigkeit befindlichen Muskels hegte. Er ging nämlich von der Meinung aus, dass nur diejenigen Kräfte des Muskels als

1) Aus den Berichten über die Verhandlungen der Königl. Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften 1856 pag. 167.

elastische bezeichnet werden dürfen, welche ihn in der ihm während der Ruhe zukommenden normalen (natürlichen) Form zu erhalten und ihn, wenn er daraus entfernt worden ist, zu ihr zurückzuführen streben: dass dagegen die Kräfte, durch welche der Muskel verkürzt wird, ebenso wie die, welche er nach aussen ausübt, wenn er sich zu verkürzen verhindert wird, keine elastischen Kräfte seien. Er bezeichnete dieselben daher als contractile Kräfte und die Eigenschaft der Muskeln, solche Kräfte auszuüben, als Contractilität im Gegensatz zu ihrer Elasticität. Er leugnete daher auch, dass die verkürzte Form des thätigen und unbelasteten Muskels als die unter den veränderten Verhältnissen ihm zukommende normale (natürliche) Form betrachtet werden dürfe und hielt dieselbe vielmehr wie die des durch Gewichte gedehnten Muskels für eine ihm aufgedrungene Form. So wie nämlich ein Muskel von einem Gewichte mit Ueberwindung seiner elastischen Kräfte extendirt wird, auf ähnliche Weise, meinte Volkmann, werde derselbe von den contractilen Kräften, ebenfalls mit Ueberwindung seiner elastischen Kräfte, comprimirt und die verkürzte Form desselben sei das Resultat des hier zwischen den contractilen und elastischen Kräften hergestellten Gleichgewichts, ebenso wie dort die verlängerte Form das Resultat des zwischen den Gewichtskräften und elastischen Kräften wiederhergestellten Gleichgewichts ist.

Von diesem Standpunkte ausgehend wünschte Volkmann die von ihm angenommenen contractilen Kräfte des Muskels getrennt von dessen elastischen Kräften zu beobachten. Er änderte deshalb die von mir in meiner Untersuchung über „Muskelbewegung“[1]) beschriebenen zur Ermittelung der Elasticitätsverhältnisse der Muskeln angestellten Versuche dahin ab, dass er eine derartige Stützung der angehängten Gewichte anwendete, dass der Muskel über seine Normallänge hinaus nicht verlängert werden, wohl aber, wenn er sich verkürzte, unbehindert das Gewicht heben konnte. Er hoffte nämlich dadurch die Erscheinungen der Ausdehnung, bei welchen die

1) R. Wagners Handwörterbuch d. Physiol. 5. Bd. 2. Abth.

elastischen Kräfte das Belastungsgewicht äquilibrirten, von den Erscheinungen der Contraction zu scheiden, bei welchen nach seiner Annahme die contractilen Kräfte dem Belastungsgewichte und den elastischen Kräften des Muskels zusammen das Gleichgewicht hielten.

Wurde hierbei das Gewicht so gewählt, dass es der in Thätigkeit gesetzte Muskel eben trug, aber ohne sich verkürzen zu können, oder hatte sich der verkürzte Muskel bei fortgesetzter Thätigkeit durch Ermüdung bis zu seiner Normallänge wieder ausgedehnt, so betrachtete Volkmann die elastischen Kräfte als ganz ausgeschlossen und die contractilen Kräfte des Muskels rein durch das anhängende Gewicht äquilibrirt. — Die abweichenden Resultate nun, welche Volkmann nach diesem abgeänderten Verfahren (welches er die *b*Methode nennt) im Vergleich zu denen, die er nach meinem ursprünglichen Verfahren (welches er als *a*Methode bezeichnet) aus seinen Versuchen erhielt, betrachtete er als eine Bestätigung seiner Ansicht und zugleich als Widerlegung der von mir aufgestellten Elasticitätslehre.

Diese Arbeit hatte Volkmann vor Weihnachten 1855 zum Vortrage in der K. S. Gesellsch. d. W. angekündigt. Als er mir dieselbe vorläufig im Manuscripte zur Ansicht mittheilte und mich wiederholt aufforderte, die Resultate seiner Versuche, die er mit der Elasticitätslehre nicht zu vereinbaren wisse, zu erklären; antwortete ich ihm bei der Rückgabe des Manuscriptes; dass ich allerdings hoffte meine Anwendung der Elasticitätslehre auf die Erscheinungen der Muskelthätigkeit rechtfertigen zu können und, was die Differenz seiner und meiner Versuche anlange, so glaubte ich, dass diese, ihre Richtigkeit vorausgesetzt, sich wohl erklären lassen werde: es sei nämlich die Ermüdung des Muskels nicht blos von der Dauer des thätigen Zustandes, sondern auch von der Grösse der Anstrengung des Muskels während derselben abhängig. Da nun bei Anwendung der *b*Methode die Anstrengung des Muskels bei Hebung seiner Last geringer sei als bei Anwendung der *a*Methode, so erfähre derselbe im ersteren Falle eine geringere Ermüdung

während der Dauer jedes Versuchs als bei Anwendung der *a* Methode. Durch die Ermüdung werde aber die Elasticität des Muskels vermindert oder seine Dehnbarkeit vergrössert und es lasse sich daher wohl denken, dass man bei Anwendung der *b* Methode kleinere Zahlenwerthe der Dehnbarkeit des Muskels erhalte als bei Anwendung der *a* Methode.

Der Vortrag dieser Arbeit unterblieb aber vermuthlich in Folge des Urtheils, welches Volkmann indessen über seine neue Lehre bei mehreren competenten Physikern eingeholt hatte. Statt derselben hielt er 1/4 Jahr später den Vortrag die „Versuche über Muskelreizbarkeit" betreffend, in welchem er meine Untersuchungen von einer ganz andern Seite angreift, indem er nämlich nun umgekehrt von dem oben erwähnten von mir selbst ausgesprochenen auf der Elasticitätslehre beruhenden Satze als Grundlage ausgeht. Da aber die für ganz andere Zwecke bestimmten *b* Versuche nur unvollkommen dem neuen Gesichtspunkte entsprachen, so hat Volkmann noch die Versuche der *c* und *d* Methoden, welche in der frühern Ausarbeitung fehlten noch hinzugefügt.

Ich werde aber nachweisen, 1) dass die grosse Verschiedenheit der Resultate meiner und der Volkmannschen Untersuchungen theils in Rechnungsfehlern, theils in experimentalen Fehlern ihren Grund habe; 2) dass diese Verschiedenheit der Resultate nicht von dem oben angeführten Satze (dass die Ermüdung der Muskeln nicht blos von der Dauer des thätigen Zustandes, sondern auch von der Grösse der Anstrengung der Muskeln während desselben abhänge) abgeleitet werden könne; 3) dass aber dieser Satz selbst, so wie er aus Volkmann's Versuchen nicht hervorgegangen ist, auch nicht mit ihnen falle, sondern seine volle Richtigkeit habe.

Es wird demnach zunächst das Thatsächliche in dieser Arbeit zu prüfen sein, worauf Volkmann seine Behauptungen gründet. Volkmann theilt keine Versuche mit[1]), sondern

1) Die „Widerlegung" bezieht sich, wie man sieht, auf Volkmann's Artikel „Versuche über Muskelreizbarkeit" in den Berichten

nur einige Zahlen, von denen er sagt, dass er sie als Werthe der Dehnbarkeit des *Musc. hyoglossus* des Frosches bei einer Belastung von 10 Gramm gefunden habe.

Volkmann's Werthe der Dehnbarkeit d. *M. hyoglossus* bei 10 Gramm Belastung.

für den ruhenden Muskel	0,228	0,382	0,208
für den thätigen *a* Muskel	0,618	0,872	0,673
für den thätigen *b* Muskel	0,278	0,527	—
für den thätigen *c* Muskel	—	0,390	—
für den thätigen *d* Muskel	—	—	0,107

Von diesen Werthen der Dehnbarkeit sind seiner Angabe zu Folge die sub *a* nach meiner Methode, die sub *b*, *c*, *d* nach den von ihm modificirten Methoden ausgeführt, die sämmtlich den Zweck haben, dem Muskel mehr oder weniger die Anstrengung zu ersparen das zu seiner Spannung dienende Gewicht beim Uebergang von der Ruhe zur Thätigkeit heben zu müssen. Aus den grösseren Werthen nun, die er aus seinen Versuchen sub *a* im Vergleich zu denen, die er aus seinen Versuchen sub *b*, *c*, *d* erhalten hat, schliesst Volkmann, dass meine Versuche wegen Vernachlässigung des oben bezeichneten Einflusses eine zu grosse Dehnbarkeit des thätigen Muskels ergeben. Eine Vergleichung aber seiner nach abgeänderten Methoden gefundenen Resultate mit den von mir selbst in meiner Untersuchung gegebenen Resultaten findet sich nirgends in seinem Aufsatze. Volkmann sagt zwar Seite 2, „dass die elastischen Kräfte von mir nur nach ihrem relativen Werthe bestimmt worden seien." Es würde aber für Volkmann ein leichtes gewesen sein, die von mir gegebenen relativen Werthe der Muskeldehnbarkeit in absolute zu verwandeln, da dazu nur noch die Reduction derselben auf die Einheit des Querschnitts des Muskels erforderlich war, wozu ich die nöthigen Unterlagen gegeben habe:

---

d. K. Sächs. Gesellsch. d. W., welcher keine Versuche enthält, nicht auf dessen Wiederabdruck in diesem Archive, der erst nach ihrem Erscheinen erfolgt ist und dem Volkmann allerdings nachträglich eine pag. 32 eingeschaltete Versuchstabelle, so wie einige Zusätze von pag. 41 bis 45 beigefügt hat.

denn ich habe bei jedem der gebrauchten Muskeln (siehe meine Abhandlung Seite 74 bis 78) das Gewicht des gemessenen Muskelstücks beigefügt, um jeden, der eine solche Vergleichung auch bei verschiedenen Muskeln beabsichtigen sollte, in Stand zu setzen nach pag. 87 den Querschnitt des Muskels zu finden und mittelst desselben die Reduction auf absolute Werthe auszuführen. Selbst ohne diese Reduction würde sich aber jene Vergleichung unserer Resultate mit hinreichender Genauigkeit haben machen lassen, weil Volkmann sich desselben Muskels (*Musc. hyoglossus* des Frosches) bedient hat.

Da nun Volkmann weder eine genaue noch ohngefähre Vergleichung mit meinen eigenen Resultaten angestellt hat, so treffen seine Folgerungen auch nicht meine Versuche, sondern zunächst nur seine eignen *a* Versuche. In der That ergiebt sich zwischen diesen und den meinigen eine sehr beträchtliche Differenz, von der es unbegreiflich ist, dass sie Volkmann hat entgehen können. Ich habe das Maass der Ausdehnbarkeit des in Thätigkeit befindlichen *Musc. hyoglossus* (siehe S. 114 meiner Abhandl.) aus der Versuchsreihe *C* für 5 verschiedene Spannungsgrade (nämlich bei 7,5 gr., 12,5 gr., 17,5 gr., 22,5 gr., 27,5 gr. Belastung) und für 10 verschiedene Ermüdungsstufen berechnet. Hiernach beträgt dasselbe für

die Belastung von	7,5 gr. u.	12,5 gr.[1])
	0,0127	0,0082
und wächst durch Ermüdung nur bis auf	0,1675	0,0455

während Volkmann den Werth desselben in Thätigkeit befindlichen Muskels bei 10 gr. Belastung

				im Mittel
aus seinen *a* Versuchen =	0,618	0,872	0,673	0,721
aus seinen *b* Versuchen =	0,273	0,527	—	0,400
aus seinen *c* Versuchen =	—	0,390	—	0,390
aus seinen *d* Versuchen =	—	—	0,107	0,107

erhält.

Vergleicht man nun ersteres von mir gefundenes Maass der Ausdehnbarkeit des thätigen Muskels (im Mittel = 0,010)

---

1) Zwischen diesen beiden Belastungsgewichten steht nämlich das von Volkmann gebrauchte gerade in der Mitte.

mit den letzteren Angaben, welche Volkmann als Maass der Ausdehnbarkeit desselben thätigen Muskels bei ohngefähr derselben mittleren Belastung gefunden hat, so ergiebt sich, dass meine Messungen nicht allein von Volkmann's *a*Messungen differiren und nicht nur nicht grösser, als seine *b*, *c*, *d*Messungen sind, sondern vielmehr

11 mal kleiner als Volkmann's *d*Messungen,
39 mal kleiner als Volkmann's *c*Messungen,
40 mal kleiner als Volkmann's *b*Messungen,
72 mal kleiner als Volkmann's *a*Messungen sind.

Diese letzten *a*Messungen sind es eben, welche Volkmann mit den meinigen identificirt hat. Demnach findet Volkmann's Vorwurf, dass nach der von mir angewandten Methode die Ausdehnbarkeit des thätigen Muskels zu gross ausfalle, auf meine Versuche keine Anwendung. Es leuchtet vielmehr ein, dass Volkmann in der Ausführung seiner *a*Versuche oder in der Berechnung der Ausdehnungscoefficienten von mir abgewichen sein müsse, wiewohl er dieselbe Methode angewendet zu haben behauptet. Er sagt nämlich Seite 3:

„Unter den verschiedenen Methoden, welche ich benutzte, um über die Dehnbarkeit der Muskeln, und somit über die elastischen Kräfte derselben, Aufschluss zu gewinnen, war die erste eben dieselbe, welche Weber anwendete. Der ruhende Muskel wird lothrecht aufgehangen, bezüglich seiner Länge gemessen und, nachdem er durch ein angehangenes Gewicht gedehnt worden, zum zweiten Male gemessen. Bezeichnet man die ursprüngliche Länge mit l, und die durch die Belastung vergrösserte Länge mit L, so ist $L - l = D$, wo D die Dehnung bedeutet, und $\frac{D}{l}$ ist die Dehnbarkeit des ruhenden Muskels, für das in Anwendung gebrachte Gewicht p. Es kommt nun darauf an, auch die natürliche Länge und die Dehnbarkeit des thätigen Muskels zu bestimmen."

„Weber nimmt an, der unbelastete Muskel stelle im Zustande der Thätigkeit seine natürliche Form her. Ist das rich-

tig, so braucht man nur den ruhenden Muskel zu reizen, und die Höhe h, bis zu welcher sein unteres Ende erhoben wird, zu messen, dann erhält man durch die Subtraction $l - h$ die gesuchte natürliche Lage des thätigen Muskels, sie heisse λ. Um endlich die Dehnbarkeit des thätigen Muskels zu messen verfuhr Weber in folgender Weise. Er belastet den ruhenden Muskel wieder mit dem Gewichte p und reizt ihn. Die Hubhöhe h' wird gemessen und von der ursprünglichen Länge des belasteten und ruhenden Muskels $= L$ abgezogen. Man erhält auf diese Weise $L - h' = \Lambda$, wo Λ die Länge des belasteten aber thätigen Muskels bedeutet. Von diesem Werthe zieht Weber die Länge des unbelasteten thätigen Muskels ab und betrachtet den Unterschied $\Lambda - \lambda = D'$ als die Dehnung, welche der thätige Muskel durch das Gewicht p erlitten hat. Unter diesen Voraussetzungen ist endlich $\frac{D'}{\lambda}$ die Dehnbarkeit des thätigen Muskels."

Diese Darstellung ist aber, soweit sie eine Relation meines Verfahrens das Maass der Dehnbarkeit des unthätigen und thätigen Muskels zu ermitteln sein soll, theils ungenau, theils unrichtig: denn 1) habe ich niemals die Länge des thätigen Muskels aus der Hubhöhe (wie Volkmann sagt) berechnet, sondern sie stets direct, durch Bestimmung des oberen und unteren Endpunkts des Muskels an der Skale, gemessen: 2) habe ich niemals Elasticitätsversuche am thätigen Muskel ohne Belastung ausgeführt und kann daher auch nicht die Länge des unbelasteten thätigen Muskels von der Länge des belasteten thätigen Muskels abgezogen haben (wie Volkmann sagt): vielmehr habe ich bei allen derartigen Versuchen stets abwechselnd geringere und grössere Belastungsgewichte gebraucht, und im Gegentheil (siehe meine Abhandl. S. 70) ausdrücklich vor solchen Elasticitätsversuchen ohne alle Belastung, als einer Quelle von Irrthümern, gewarnt. 3) Was endlich die Berechnung des Maasses der Ausdehnbarkeit des unthätigen, wie des thätigen Muskels betrifft, habe ich mit ganz bestimmten Worten in meiner Abhandlung Seite 112 gesagt: „Man erhält, wenn man die Länge des (unthätigen oder thätigen) Muskels bei 5 gr. Belastung von der, welche

ihm bei 10 gr. Belastung zukommt, abzieht, die Verlängerung, die er unter diesen Verhältnissen durch eine Vermehrung der Belastung um 5 gr. erfuhr. Dividirt man diese Verlängerung durch das Mittel der Länge bei 5 gr. und 10 gr. Belastung, so erhält man die Verlängerung in Theilen der Länge des Muskels ausgedrückt, und dividirt man nochmals durch 5, so erhält man die Verlängerung des Muskels für 1 gr. Belastungszunahme, oder das Maass seiner Ausdehnbarkeit unter diesen Verhältnissen."

Volkmann durfte demnach, um das Maass der Ausdehnbarkeit des (unthätigen oder thätigen) Muskels zu erhalten die Verlängerung, welche derselbe durch Vermehrung der Belastung um 10 gr. erfuhr (die er als Dehnung *D* oder *D'* bezeichnet), nicht durch die Länge des unbelasteten Muskels, sondern musste sie vielmehr durch das Mittel seiner Länge bei 0 und 10 gr. Belastung dividiren (da beide Grössen ja vollkommen gleichberechtigt sind), und den so erhaltenen Quotienten dann nochmals (in diesem Falle) durch 10 dividiren, was er gleichfalls nicht gethan hat. Das so erhaltene richtige Maass der Dehnbarkeit des (unthätigen oder thätigen) Muskels gilt endlich nicht, wie Volkmann eine Seite später sagt, für die Spannung des Muskels bei 10 gr. Belastung und zwar ebenso wenig als für die Spannung bei 0 gr. Belastung, sondern da beide gleichmässig in Rechnung gekommen sind, für die mittlere Spannung von beiden, d. h. für die Spannung bei 5 gr. Belastung.

Da Volkmann sonach seine Werthe der Dehnbarkeit, das einzige Thatsächliche, was er giebt, falsch berechnet hat, die denselben zu Grunde gelegten Versuche aber nicht vorliegen, um aus ihnen die wahren Werthe, die er durch eine richtige Berechnung erhalten haben würde, zu berechnen; so kann auch nachträglich keine Vergleichung der Resultate seiner und meiner Versuche ausgeführt werden.[1])

---

1) Hiergegegen erwidert Volkmann in seiner Gegenschrift, Müllers Archiv 1852 pag. 262. „Es ist einleuchtend, dass so ganz

Es bleibt demnach in seinem ganzen Aufsatze nichts weiter Thatsächliches zu erörtern übrig, sondern nur die allgemeine Behauptung, dass der Dehnungscoefficient des thätigen Muskels sehr viel kleiner ausfalle, wenn bei

---

verschiedene Berechnungen nicht zu vergleichbaren Werthen führen können. Aber eben, weil die gefundenen Werthe einen Vergleich gar nicht zulassen, ist die Nebeneinanderstellung derselben, welche Weber gegeben, nicht blos ganz zwecklos, sondern für solche Leser, die dem Gegenstande nur mit Schwierigkeit folgen, in hohem Grade verwirrend."

Es scheint hiernach Volkmann ganz vergessen zu haben, dass er in seinem ersten Aufsatze mit den oben angeführten klaren Worten gerade das Entgegengesetzte behauptet hat, dass er nämlich diese seine Dehnungswerthe thätiger Muskeln eben so berechnet habe, wie ich die Meinigen. Da ich mit der obigen Auseinandersetzung nichts anderes, als die völlige Unvergleichbarkeit seiner und meiner Resultate gegen Volkmann's Behauptungen habe nachweisen wollen, so nehme ich sein hier gemachtes Zugeständniss an, weise aber seine Vorwürfe als unbegründet gänzlich zurück.

Der Unterschied zwischen meiner und Volkmann's Berechnung liegt wesentlich darin, dass meine Werthe des Dehnungscoefficienten der Muskeln, zumal wenn man noch den Querschnitt des gebrauchten Muskels in Rechnung bringt, wozu ich die Methode und Mittel und sogar ein Beispiel gegeben habe, sich mit allen anderen richtig berechneten Werthen desselben, auch wenn sie auf ganz verschiedenartigen Wegen gefunden worden sind, vergleichen lassen: dass dagegen die Volkmannschen Zahlen keine Vergleichung mit anderen gefundenen Werthen des Dehnungscoefficienten und deshalb auch nicht mit den meinigen, sondern, wie er selbst auseinandersetzt, nur eine Vergleichung unter einander gestatten und auch das nur in sofern sie ein und derselben und nicht verschiedenen Versuchsreihen angehören. Solche Zahlen aber, welche mit den klar entwickelten Resultaten einer Untersuchung, die sie widerlegen sollen, gänzlich unvergleichbar sind, zu denen die Messungen, aus denen sie berechnet sind, und andere Angaben darüber, wie man zu denselben gekommen sei, fehlen und zu deren Beurtheilung und Prüfung daher, wie in Volkmann's erster Schrift, nicht der geringste Anhalt gegeben ist, sind eben so, wie die darauf gegründeten Behauptungen, bis auf weiteres völlig bedeutungslos.

Seite 257 sagt Volkmann: „Mag mein verehrter Kritiker mir verzeihen, wenn ich in seiner Zurechtweisung etwas Komisches finde. Er sagt mir: Du darfst nicht so, sondern musst so rechnen, dann findest du nicht das, was du gesucht, sondern etwas ganz anderes! — Indes-

den Versuchen die Belastungsgewichte nicht vor der Contraction, sondern nach vollendeter Contraction aufgelegt würden, welche Behauptung er daraus ableitet, dass die von ihm berechneten Dehnungscoefficienten um so kleiner ausgefallen seien, je weniger er das Belastungsgewicht successiv in seinen *a*, *b*, *c*, *d* Versuchen von dem Muskel habe heben lassen. Ich werde dagegen durch Versuche nachweisen, dass jener Unterschied beim unermüdeten Muskel gar nicht vorhanden oder sehr gering sei und ohne wesentlichen Nachtheil vernachlässigt werden könne, und dass nur der Fortschritt der Ermüdung bei längeren Versuchsreihen dadurch etwas verlangsamt werde.

Folgende Versuche, welche ich zur Prüfung dieser Volk-

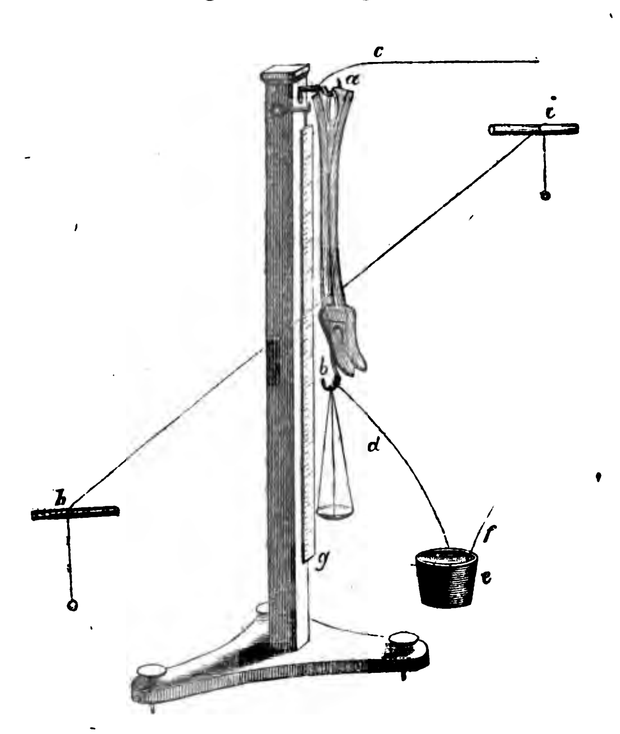
---

sen habe ich eben das finden wollen, was ich suchte, nicht aber das, was Weber mir octroyiren und zu suchen mich lehren will." —

Es scheint demnach, dass Volkmann abermals gänzlich vergessen hat, dass er, um von seinen Versuchen Rückschlüsse auf meine Versuche, deren Resultate selbst er gar nicht in Betracht gezogen hatte, machen zu dürfen, von vorn herein mit den oben angeführten Worten versichert habe, seine *a* Versuche, wie ich die meinigen ausgeführt und berechnet zu haben, und dass er dem zu Folge Inconvenienzen, die er in den Resultaten seiner *a* Versuche gefunden, ohne Weiteres auf Rechnung meiner Versuchsmethode gestellt habe: denn sonst würde er nicht so verwundert sein, dass ich nach den von ihm gemachten Prämissen und Folgerungen natürlich erwartet habe seine Versuche nun wirklich, wie die meinigen, ausgeführt und berechnet zu finden. — Es hat sich aber durch meine Untersuchungen und die späteren Mittheilungen Volkmann's ergeben, dass seine *a* Versuche weder, wie die meinigen, berechnet noch ausgeführt sind, und dass namentlich die Inconvenienzen derselben, die er auf Rechnung meiner Versuchsmethode gestellt hat, von seinem fehlerhaften Verfahren beim Experimentiren herrühren, so dass ich mich daher genöthigt gefunden habe, jede Anwendung von seinen *a* Versuchen auf meine Versuche gänzlich abzulehnen. Hätte Volkmann die Resultate meiner eignen Versuche irgend berücksichtigt und mit den seinigen verglichen, wie er mit sehr geringer Mühe konnte und wie es seine Pflicht war, wenn er meine Versuche angreifen wollte; so würde er sehr bald die Verschiedenheit beider erkannt und diese nothgedrungene „Zurechtweisung" sich erspart haben.

mann'schen Behauptungen angestellt habe, werden zur Rechtfertigung des Gesagten dienen. Der zu denselben gebrauchte Apparat war mit kleinen Abänderungen, die ich angeben werde, derselbe, den ich in meiner Abhandlung über Muskelbewegung beschrieben und abgebildet habe. Zum leichtern Verständniss des folgenden werde ich daher die dort gegebene Figur hier wieder abdrucken lassen, verweise aber hinsichtlich der ausführlicheren Beschreibung des Apparates und seines Gebrauches auf jene Abhandlung.

Der *Musc. hyoglossus* wurde, wie die Figur zeigt, an seinem oberen Ende mittels der *glottis* am Haken *a* des Stativs aufgehangen, während an die am unteren Ende des Muskels befindliche Zunge ein kleines Gewichtschälchen mittelst eines S förmigen Hakens befestigt war, der in die Mitte des dicksten Theiles der Zungenwurzel eingehakt wurde. Statt des



Drathes *d* aber, der in unserer Figur vom Haken *b* ausgeht und sobald sich der Muskel zusammenziehen soll in das Quecksilbernäpfchen *e* durch Annäherung des letzteren getaucht wurde, hing gegenwärtig vom Boden des metallnen Gewichtsschälchens ein feiner Platindrath senkrecht herab und tauchte in ein bleibend darunterstehendes hohes cylindrisches Quecksilbergefäss, in welchem er bei der Bewegung des Muskels frei auf- und absteigen konnte, ohne das Quecksilber zu verlassen. Zur Erzeugung der Contraction diente ein galvanischer Inductionsapparat, dessen einer Leitungsdrath bleibend am Haken *a* befestigt war, und dessen anderer Leitungsdrath, wenn der Muskel sich contrahiren sollte, in das Quecksilbergefäss unter der Gewichtsschaale eingetaucht wurde. Um die Länge des Muskels zu messen diente, wie die Figur es zeigt, ein dicht neben dem Muskel senkrecht aufgehangener Millimeterstab *g* und ein langer Coconfaden *h i*, welcher, am Ende des Muskels über der Zunge befestigt und nach beiden Seiten hin horizontal und geradlinig ausgespannt, vor der Skale (wo er geschwärzt sein muss) vorbeilief, so dass er an derselben den jedesmaligen Stand des unteren Muskelendes und alle seine Bewegungen zeigte, welche mittelst eines Fernrohrs aus einiger Entfernung beobachtet und gemessen werden konnten. Nach Vollendung jeder Versuchsreihe wurde der Coconfaden am unteren beweglichen Ende des Muskels gelöst und, während der Muskel durch ein Gewicht gespannt blieb, an dessen oberem unveränderlichen Ende befestigt und so auch der Stand dieses letzteren an der Skale ein für allemal bestimmt.

Bei Ausführung der ersten Versuchsreihe wurden ein 5 gr. und ein 10 gr. Gewicht abwechselnd auf das Gewichtsschälchen gelegt, was mit dem Gewicht des Schälchens und der am Muskel hängenden Froschzunge (=3 gr.) 8 gr. und 13 gr. als die wirklich in Anwendung gebrachten Belastungsgewichte giebt, wie sie auch in der nachstehenden Versuchstabelle aufgeführt sind. Bei jedem mit der einen oder anderen Belastung ausgeführten Versuche wurde die Länge des Muskels erst während seiner Ruhe, dann, während er in Thätigkeit

gesetzt war, gemessen. Die Messung des thätigen Muskels bei der kleineren Belastung von 8 Gramm. wurde stets so ausgeführt, dass das 5 gr. Stück zuerst auf die Gewichtsschale gelegt und dann der Muskel in Contraction versetzt wurde und wenn dieser das Gewicht gehoben und äquilibrirt hatte, die Ablesung gemacht wurde: die Messung des thätigen Muskels bei der grösseren Belastung von 13 Gramm. dagegen wurde abwechselnd, das eine Mal auf dieselbe Weise, das andere Mal dagegen so ausgeführt, dass umgekehrt der Muskel erst in Contraction versetzt und dann das 10 gr. Gewicht auf die Gewichtsschale gelegt, und, wenn sich beide ins Gleichgewicht gesetzt hatten, die Ablesung gemacht wurde. Dieser Wechsel der Versuchsmethode bei der Messung des mit dem grösseren Gewichte belasteten thätigen Muskels ist in den nachfolgenden Tabellen, wenn die Belastung des Muskels vor der Contraction geschah durch ein neben der betreffenden Messung stehendes *a*, wenn die Belastung nach der Contraction geschah durch ein *b* bezeichnet.

Demnach enthält in der nachfolgenden Versuchstabelle *A*

die 1. Columne die Reihenfolge der Versuche,

die 2. Columne die in denselben abwechselnd gebrauchten Gewichte,

die 3. Columne die Ablesungen des Standes des unteren Endes des Muskels an der Skale während der Ruhe,

die 4. Columne die entsprechenden Ablesungen während der Thätigkeit des Muskels,

die 5. Columne giebt an, ob die *a* oder *b* Methode bei der nebenstehenden Messung des mit dem grösseren Gewichte belasteten thätigen Muskels gebraucht wurde.

Endlich bezeichnet die unter der Tabelle stehende Ablesung der Skale den Stand des oberen Endes des Muskels an der Skale, nachdem der Coconfaden vom unteren Ende des Muskels gelöst und an das obere befestigt worden war, welcher, wie gesagt, wegen seiner Unveränderlichkeit nur ein für allemal bestimmt zu werden braucht.

Da nun die Differenz des Standes des oberen und unteren Endpunkts des Muskels an der Millimeterskale die Länge

des Muskels in Millimetern giebt, so braucht man nur die unter der Tabelle stehende Ablesung von den sämmtlichen Ablesungen der 3. und 4. Columne der Tabelle abzuziehen, um die Längen zu erhalten, welche der Muskel successiv in den 11 Versuchen der Reihe während seiner Ruhe und während er in Thätigkeit gesetzt war, angenommen hatte. Die so berechneten Längen des Muskels sind in der Tabelle *B* entsprechend zusammengestellt worden.

Versuchsreihe 1.[1])

Tabelle *A*.

Nr.	Belastung	Ablesungen an der Skale: unthätig	Ablesungen an der Skale: thätig	Methode
	gr.	mm	mm	
1.	8	763,2	742,0	
2.	13	764,5	743,0	*b*
3.	8	763,1	742,1	
4.	13	764,5	743,0	*a*
5.	8	763,3	742,5	
6.	13	763,9	742,7	*b*
7.	8	763,0	743,0	
8.	13	764,0	745,0	*a*
9.	8	762,9	744,0	
10.	13	763,8	745,0	*b*
11.	8	762,8	745,2	
	gr.	mm		
	13	720,0 Stand des oberen Endpunktes des Muskels.		

Tabelle *B*.

Nr.	Belastung	Länge des Muskels: unthätig	Länge des Muskels: thätig	Methode
	gr.	mm	mm	
1.	8	43,2	22,0	
2.	13	44,5	23,0	*b*
3.	8	43,1	22,1	
4.	13	44,5	23,0	*a*
5.	8	43,3	22,5	
6.	13	43,9	22,7	*b*
7.	8	43,0	23,0	
8.	13	44,0	25,0	*a*
9.	8	42,9	24,0	
10.	13	43,8	25,0	*b*
11.	8	42,8	25,2	

Aus dieser Versuchsreihe ergiebt sich, wie man unmittelbar erkennt, kein Unterschied des Erfolges, jenachdem die Belastung vor oder nach der Contraction aufgelegt worden

1) Die Beobachtungen an der Skale sind, da ich selbst mit der Ausführung der Versuche beschäftigt war, in dieser Versuchsreihe von Herrn Prof. Hankel gütigst übernommen worden, in den folgenden Versuchsreihen von D. Theodor Weber.

war; da die Messungen des thätigen Muskels bei *a* und bei *b* sich vollkommen entsprechen mit Ausnahme der im 6. Versuche (17,7 Millim. *b*), welche aber offenbar durch einen Versuchsfehler zu klein ausgefallen ist, da sie nicht nur kleiner, als das Mittel der nächst höheren und tieferen *b* Messung (= 19 Millim.), sondern sogar auch noch beträchtlich kleiner, als die höhere Messung allein (= 18 Millim.) ist, ungeachtet dieselbe um 4 Ermüdungsstufen höher steht. Man kann demnach, um die Ausdehnungscoefficienten zu berechnen, den sechsten Versuch als fehlerhaft streichen, da die übrigen Messungen für sich schon vergleichbare Mittelwerthe geben. Nimmt man demnach zu dem letzteren Zwecke das Mittel der 4. und 8. *a* Messung des thätigen Muskels bei 13 gr. Belastung, das Mittel der 2. und 10. *b* Messung des thätigen Muskels bei 13 gr. Belastung und das Mittel der 3., 5., 7. und 9. Messung des thätigen Muskels bei 8 gr. Belastung und ferner das Mittel der 2., 4., 8. und 10. Messung des unthätigen Muskels bei 13 gr. Belastung und das Mittel der 3., 5., 7. und 9. Messung des unthätigen Muskels bei 8 gr. Belastung, so erhält man folgende mittlere Längen des thätigen und unthätigen Muskels bei 8 gr. und 13 gr. Belastung, welche ein und derselben Ermüdungsstufe entsprechen.

Längen des Muskels der 1. Versuchsreihe auf ein und dieselbe Ermüdungsstufe reducirt

unthätig bei einer Belastung		thätig bei einer Belastung		
v. 8 gramm	v. 13 gramm	v. 8 gramm	v. 13 gramm *a*	v. 13 gramm *b*
43,1 mill.	44,2 mill.	22,9 mill.	24,0 mill.	24,0 mill.

Die Länge des thätigen Muskels bei 13 gr. Belastung ist demnach sub *a* und sub *b* ganz gleich ausgefallen.

Dividirt man nun die Differenz der jedesmaligen Länge des Muskels bei 8 gr. und bei 13 gr. Belastung durch das Mittel derselben Längen und dividirt den so erhaltenen Quotienten nochmals durch 5 (siehe Seite 515), so erhält man

das Maass der Ausdehnbarkeit des *Musc. hyoglossus*

während der Unthätigkeit	während der Thätigkeit sub *a* und sub *b* identisch
= 0,00504	= 0,0094

Eine 2. Versuchsreihe habe ich mit der Abänderung angestellt, dass in den Versuchen sub *b* das Belastungsgewicht nicht nach Vollendung der Contraction des Muskels aufgelegt, sondern von dem Muskel selbst, unmittelbar ehe er seine höchste Verkürzung erreichte, aufgehoben wurde. Am Stative, an dem der Muskel hing, war nämlich ein gabelförmiger Träger verschiebbar befestigt, auf dem ein parallelepipedisches 10 gr. Gewicht lag. Dieser Träger wurde nun so gestellt, dass die am Muskel hängende Gewichtsschaale bei der Contraction des Muskels, kurz ehe er seine höchste Verkürzung erreichte, durch die Gabel hindurchsteigen und das Gewicht von ihr abheben musste. Dieses Verfahren, welches ohngefähr mit Volkmann's 4. oder *d* Methode übereinstimmt, hat im Vergleich zu dem vorhergehenden mit *b* bezeichneten Verfahren den wichtigen Vorzug, dass, da der Muskel das Gewicht noch ein wenig zu heben hat, zwischen der Zeit, wo er sich durch Ermüdung wieder verlängert, stets ein Zeitraum des Gleichgewichts eintritt, der zur Messung benutzt werden kann, während bei dem vorhergehenden Verfahren, wenn der Muskel nicht sehr kräftig und unermüdet ist, kein solcher Ruhepunkt eintrat, sondern die durch Ermüdung herbeigeführte Verlängerung sich ununterbrochen an die durch die Belastung erzeugte anschloss, wodurch dann sehr oft die ganze Versuchsreihe nicht lange fortgesetzt werden konnte. Im Uebrigen ist die nachfolgende Versuchsreihe ganz ebenso wie die vorhergehende angeordnet, nur wurden statt dort 5 gr. und 10 gr. hier 5 gr. und 15 gr. abwechselnd auf die Gewichtsschaale gelegt, was mit dem zuzuaddirenden Gewichte der Gewichtsschaale und der Froschzunge (= 2 gr.) 7 gr. und 17 gr. als die wirklich gebrauchten Belastungsgewichte giebt. Da die Berechnung der Längen des Muskels aus den ursprünglichen Ablesungen dieselbe ist, wie in der 1. Versuchs-

reihe, so sind die letzteren jetzt als überflüssig ganz weggelassen und nur die Tabelle der Längen mitgetheilt worden.

Versuchsreihe 2.

Reihenfolge der Versuche	Belastung	Länge des Muskels unthätig	Länge des Muskels thätig	Methode
Nr.	gr.	mm	mm	
1	7	40,6	9,0	
2	17	42,8	12,9	*a*
3	7	40,8	9,8	
4	17	42,8	13,0	*b*
5	7	40,4	10,4	
6	17	42,8	14,9	*a*
7	7	40,8	11,0	
8	17	42,8	15,6	*b*
9	7	40,1	11,5	
10	17	42,2	18,9	*a*
11	7	39,7	13,0	
12	17	42,2	20,0	*b*
13	7	39,6	16,0	
14	17	42,3	27,2	*a*
15	7	39,2	21,3	
16	17	42,2	30,5	*b*
17	7	39,7	26,3	
18	17	42,3	37,5	*a*
19	7	40,6	31,6	
20	17	42,3	39,2	*b*
21	7	40,7	34,6	

Diese 2. Reihe unterscheidet sich von der vorhergehenden dadurch, dass der hier gebrauchte Muskel seiner Natur nach einer rascheren Ermüdung unterworfen war, als in der ersteren, weshalb wir ihre Messungen zuvor, ehe sie weiter erörtert werden können, auf gleiche Ermüdungsstufen reduciren müssen, was bewirkt wird, wenn man die 4. Messung mit dem Mittel der 3. und 5. Messung und dem der 2. und

6. Messung u. s. w. zusammenstellt, wie es die nachfolgende Tabelle ausweist.

Längen des Muskels der Versuchsreihe 2. auf gleiche Ermüdungsstufen reducirt

Nr.	unthätig bei Belastung von 7 gr.	unthätig bei Belastung von 17 gr.	Nr.	thätig bei Belastung von 7 gr.	thätig bei Belastung von 17 gr. a	thätig bei Belastung von 17 gr. b
	mm	mm		mm	mm	mm
4.	40,6	42,8	4.	10,1	13,9	13,0
6.	40,6	42,8	6.	10,7	14,9	14,3
8.	40,45	42,8	8.	11,25	16,9	15,6
10.	39,9	42,2	10.	12,15	18,9	17,8
12.	39,65	42,2	12.	14,5	23,05	20,0
14.	39,4	42,3	14.	18,65	27,2	25,25
16.	39,45	42,2	16.	23,8	32,35	30,5
18.	40,15	42,3	18.	28,95	37,5	34,85

Man ersieht nun aus der vorausgehenden Tabelle, dass sich in der zweiten Versuchsreihe im Gegensatz zur ersten Differenzen zwischen den entsprechenden Messungen sub *a* und sub *b* herausgestellt haben, welche in den zwei obersten Gliedern, die der vierten und sechsten Ermüdungsstufe entsprechen, nur sehr klein sind, abwärts aber in den tieferen Gliedern mit der zunehmenden Ermüdung wachsen. Durch dieses Ergebniss bestätigt sich aber der von mir ausgesprochene Satz, dass die Ermüdung nicht blos von der Dauer des thätigen Zustandes, sondern auch von der Grösse der Anstrengung des Muskels während desselben abhänge (siehe Seite 169) und dass deshalb Messungen, in welchen dem Muskel, wie bei wechselweiser Anwendung der *a* und *b* Methode bald grössere bald geringere Anstrengung zugemuthet wird, bei zunehmender Ermüdung etwas von einander differiren müssen. In den Messungen der ersten Versuchsreihe hatte man solche Differenzen der Messungen sub *a* und sub *b* nicht wahrnehmen können, weil einerseits zu denselben der Muskel eines sehr lebenskräftigen Frosches gedient hatte, so dass der verschiedene Ermüdungseinfluss der *a* und *b* Me-

thode bis zum 10. Versuche keinen Einfluss äusserte, und weil andererseits die Reihe über diese Grenze hinaus wegen Unsicherheit der Messung aus den S. 523 angeführten Gründen nicht fortgesetzt werden konnte. In der letzten oder zweiten Versuchsreihe dagegen haben nicht nur die Messungen länger fortgesetzt werden können, sondern auch die Wirkungen der Ermüdungseinflüsse sind, weil der Muskel eines lange gefangen gehaltenen Thieres gebraucht worden war, viel zeitiger eingetreten. Aber auch in dieser Versuchsreihe sind die Differenzen, wie man wohl aus ihrer Geringfügigkeit noch auf der 4. und 6. Ermüdungsstufe schliessen darf, zu Anfang derselben ganz unmerklich gewesen. Es stellt sich demnach die zwischen den Messungen der *a* und *b* Methode wahrgenommene Differenz nur als eine Wirkung der bereits eingetretenen Ermüdung des Muskels heraus, die daher bei einem lebenskräftigen Muskel zu Anfange der Messungen nicht vorkommt. Volkmann hat aber jenen Satz falsch gebraucht, wenn er die über alle Maassen grossen Differenzen, welche er am noch unermüdeten Muskel in seinen Versuchen erhalten hat, aus demselben herleitet und zu diesem Zwecke nicht nur dem bei Anwendung seiner verschiedenen Methoden wegen der ungleichen Anstrengung des Muskels stattfindenden ungleichen Ermüdungseinflusse eine übertriebene Wirkung, sondern auch der aus dieser Quelle stammenden Ermüdung besondere ganz wunderbare Eigenschaften zuschreibt, indem er dieselbe (Seite 10) als „eine schnell fortschreitende „und sehr beträchtliche Ermüdung, die in dem nächst folgen- „den Versuche nur darum nicht merklich ist, weil die zwischen „je 2 Contractionen stattfindende Ruhe eine eben so voll- „ständige als merkwürdig rasche Wiederherstellung der ver- „brauchten Kräfte vermittelt," bezeichnet. Hieran knüpft er noch den Vorwurf gegen mich, diese von ihm hypothetisch angenommenen Ermüdungseinflüsse in meinen Messungen nicht eliminirt zu haben, indem er fortfährt: „Weber eliminirte die „kleinen Ermüdungseinflüsse, welche von einem Versuche „auf den nächstfolgenden übergehen, und liess die grossen „Einflüsse unberücksichtigt, welche innerhalb einer und der-

„selben Contractionsperiode sich geltend machen. Es sind „nämlich bei Weber nicht eliminirt die Ermüdungseinflüsse, „welche von dem Heben verschiedener Gewichte als solcher „abhängen.“ — Ich brauchte wohl eigentlich nicht hinzuzufügen, dass man überhaupt die Ermüdungseinflüsse nicht eliminiren könne, sondern nur die Ungleichheiten der Messungen, welche durch deren successive Anstellung und die deshalb ungleichmässig einwirkende Ermüdung entstehen, dadurch auszugleichen suche, dass man eine Messung nicht direct mit einer anderen in der Reihenfolge höher oder tiefer stehenden Messung, sondern vielmehr mit dem Mittel aus einer höheren und einer gleichviel tieferen Messung vergleicht. Auch würde ein solcher durch Nachlässigkeit entstandener unrichtiger Gebrauch eines Wortes an sich ganz unverfänglich sein: allein Volkmann ist durch die Verwechselung dieser Begriffe verleitet worden von mir die Eliminirung jener hypothetischen Ermüdungseinflüsse zu fordern, ungeachtet an denselben, wenn sie wirklich vorhanden wären, gar nichts auszugleichen sein würde, da sie ja seiner eignen Hypothese zu Folge von einem Versuche zum anderen vollständig verschwinden sollen und demnach in jedem Versuche in gleicher Weise von neuem entstehen würden. Berechnet man nun aus der letzten Versuchsreihe die Dehnungscoefficienten des ruhenden Muskels und die des thätigen Muskels für verschiedene Ermüdungsstufen sowohl aus den *a* Versuchen als aus den *b* Versuchen, indem man die Differenz der jedesmaligen Länge des Muskels bei 7 gr. und bei 17 gr. Belastung durch das Mittel aus diesen beiden Längen dividirt und den so erhaltenen Quotienten nochmals durch 10 dividirt; so erhält man folgende

Maasse der Dehnbarkeit des *Musc. hyoglossus* bei einer 12 gr. Belastung entsprechenden Spannung

für die Ermüdungsstufe	während der Unthätigkeit	während der Thätigkeit sub *a*	sub. *b*
Nr. 4.	0,0053	0,0317	0,0251
„ 6.	0,0053	0,0328	0,0288
„ 8.	0,0056	0,0401	0,0324
„ 10.	0,0056	0,0427	0,0369
„ 12.	0,0062	0,0455	0,0319
„ 14.	0,0071	0,0373	0,0301
„ 16.	0,0067	0,0304	0,0247
„ 18.	0,0052	0,0257	0,0185

Aus der ersten Versuchsreihe berechnet (s. S. 523) betrug das

Maass der Ausdehnbarkeit des *Musc. hyoglossus*

bei einer 10 gr. Belastung entsprechenden Spannung

während der Unthätigkeit	während der Thätigkeit sub *a* und sub *b* identisch
0,00504	0,0094

und nach der früheren in meiner Untersuchung über Muskelbewegung gegebenen Berechnung (siehe a. a. O. S. 114) betrug das

Maass der Dehnbarkeit des *musc. hyoglossus* bei der 12,5 gr. Belast. entsprechenden Spannung

für die Ermüdungsstufen	während der Unthätigkeit	während der Thätigkeit	für die Ermüdungsstufen	während der Unthätigkeit	während der Thätigkeit
Nr. 4.	0,00304	0,0082	Nr. 28.	0,00378	0,0301
„ 8.	0,00412	0,0182	„ 33.	0,00333	0,0362
„ 13.	0,00361	0,0229	„ 38.	0,00376	0,0281
„ 18.	0,00381	0,0365	„ 43.	0,00396	0,0239
„ 23.	0,00424	0,0455	„ 48.	0,00352	0,0221

Vergleicht man nun die ersteren aus den beiden obigen Versuchsreihen erhaltenen Werthe der Dehnbarkeit des Muskels mit den letzten aus meiner Abhandl. hier wieder abgedruckten, so ergiebt sich, dass beide so vollkommen mit einander übereinstimmen, als man bei der verschiedenen Natur und dem ungleichen Querschnitte der gebrauchten Muskeln nur erwarten

darf: 1) hinsichtlich der Grösse der Ausdehnbarkeit des thätigen Muskels; 2) hinsichtlich des Verhältnisses der Ausdehnbarkeit des thätigen Muskels, zur Ausdehnbarkeit des unthätigen Muskels, welche sehr viel geringer ist; 3) hinsichtlich der Variationen, welche die Ausdehnbarkeit des thätigen Muskels durch die Ermüdung erleidet. Man bemerkt nämlich, dass diese Variationen denselben gesetzlichen Gang darbieten, den ich damals beschrieben habe, dass nämlich die Ausdehnbarkeit des Muskels anfangs durch die Ermüdung zunimmt, bei weiterem Wachsthume der Ermüdung aber ein Maximum erreicht, und dann bei noch weiterer Fortsetzung der Versuchsreihe wieder abnimmt. Was nun die abwechselnd in Anwendung gebrachten *a* und *b* Methoden betrifft (wonach die Belastung das eine Mal vor, das andere Mal nach der Contraction des Muskels aufgelegt wurde) so haben dieselben in der ersten Versuchsreihe, zu welcher ein sehr lebenskräftiger Muskel gedient hatte, bei den ersten 10 Versuchen, auf die sie beschränkt werden musste, gar keinen Einfluss geäussert: in der zweiten Versuchsreihe aber, in welcher ein minder kräftiger Muskel gebraucht und dem zu Folge ein solcher Einfluss wahrgenommen worden ist, beträgt die Differenz der aus den *a* Messungen und der aus den *b* Messungen berechneten Werthe der Dehnbarkeit des Muskels eine geringe in allen Gliedern sich nahe gleichbleibende Grösse, so dass beiderlei Messungen zwei vollkommen parallele Reihen darstellen, in welchen sich alle schon früher beschriebenen Variationen des Ausdehnbarkeit des Muskels vollkommen entsprechend herausstellen. Es folgt daraus, da es sich hier nur um relative Bestimmungen handelt, dass jede der beiden Methoden für sich zu einem richtigen Resultate führe, dass aber die durch die eine und die andere Methode gewonnenen Messungen, als ungleichartig, nicht mit einander combinirt werden dürfen. Demnach kann man sich auch nicht wundern, wenn Volkmann, der dies gethan hat, zu dem Resultate gelangt, dass die Versuche, die er unter einander verglichen hat, unvergleichbar seien: sondern es ist nur wunderbar, dass er

dieses von seinen Versuchen (die er ausschliesslich unter sich verglichen hat, siehe Seite 333) entnommene Urtheil auf meine Versuche überträgt, die er gar nicht in Betracht gezogen hat.

Vergleicht man dagegen die aus beiden Versuchsreihen gewonnenen Werthe der Dehnbarkeit des Zungenmuskels mit den von Volkmann gefundenen Werthen der Dehnbarkeit des Zungenmuskels mit den von Volkmann gefundenen Werthen der Dehnbarkeit desselben Muskels,

Volkmann's Werthe der Dehnbarkeit des *Musc. hyoglossus* bei 10 gr. Belastung

für den ruhenden Muskel	0,228	0,382	0,208
für den thätigen *a* Muskel	0,618	0,872	0,673
für den thätigen *b* Muskel	0,273	0,527	
für den thätigen *c* Muskel	—	0,390	—
für den thätigen *d* Muskel	—	—	0,107

so sieht man, dass, ungeachtet in beiderlei Versuchen entsprechend die Belastungsgewichte abwechselnd vor und nach der Contraction des Muskels aufgelegt wurden, dennoch die Volkmannschen Werthe von den meinigen so durchaus verschieden sind, dass der Grund nicht bloss in dem schon erwähnten bei der Berechnung der Beobachtungen begangenen Rechnungsfehler liegen könne, sondern dass Volkmann auch in seinem experimentellen Verfahren wesentlich von mir abgewichen sein müsse, woraus sich zugleich die überaus grossen Differenzen erklären würden, die sich in seinen Messungen bei Anwendung der verschiedenen Methoden gezeigt, sich aber bei der Wiederholung meinerseits nicht bestätigt haben. Um dasselbe genauer kennen zu lernen, bat ich Volkmann brieflich, mir die seinen Berechnungen zu Grunde liegenden Versuchsreihen zu senden und zugleich um specielle Angabe, wie die Länge des zur Messung gebrauchten Muskelstücks bestimmt worden, namentlich, an welche Stelle der untere Endpunkt desselben gesetzt, oder wo der Zeiger

(in meinen Versuchen der geschwärzte Coconfaden) befestigt worden ist.

Ich erhielt hierauf von ihm die folgende Tabelle mit den beigefügten Bemerkungen mitgetheilt:

„Ich hänge den Zungenmuskel des Frosches an einem Häkchen auf, indem ich mich der glottis, die ich an der Zunge sitzen lasse, als Henkel bediene. Am unteren Ende der Zunge ist der Federhalter angebunden, dessen Spitze entweder am Kymographion zeichnet, oder vor einer Skale emporsteigt, so dass die Grösse der Contraction mit dem Fernrohre abgelesen wird. Angebunden wird der Federhalter in der Gegend der Zungenspitze, wo die Muskeln endigen, was sich natürlich nicht mit Genauigkeit bestimmen lässt, in der Regel ganz nahe über der Stelle, wo sich die Zunge in zwei Spitzen theilt. Als Länge der Zunge nehme ich die Entfernung zwischen dem Ansatze des Zungenmuskels am Zungenbeine und der Ligatur, welche den Federhalter an die Zunge befestigt."

„Eine Versuchsreihe, in welcher abwechselnd die Beobachtungen nach Ihrer Methode (*a*) und nach der meinigen (*b* nämlich mit derartiger Stützung des Gewichtes, dass eine Verlängerung des ruhenden Muskels nicht eintreten konnte) angestellt wurden, ergab Folgendes:[1])

		Länge des Muskels			
Beobachtung	Last	ruhend	thätig	Hubhöhe	Methode
1.	0 Gr.	55,0 Mill.	39,4 Mill.	15,6 Mill.	—
2.	10 „	55,0 „	49,2 „	5,8 „	*b*
3.	10 „	71,5 „	65,6 „	5,9 „	*a*
4.	10 „	59,2 „	52,95 „	6,25 „	*b*
5.	10 „	72,3 „	67,9 „	4,4 „	*a*
6.	10 „	59,85 „	53,95 „	5,9 „	*b*
7.	10 „	72,7 „	68,0 „	4,7 „	*a*
8.	10 „	60,5 „	54,5 „	6,0 „	*b*
9.	10 „	73,0 „	69,75 „	3,25 „	*a*
10.	10 „	61,75 „	56,05 „	5,7 „	*b*
11.	0 „	60,9 „	44,4 „	16,5 „	—

1) Es ist dies dieselbe Versuchsreihe, welche Volkmann später

Es fällt in dieser Tafel zunächst auf, dass nicht nur die Längen des thätigen Muskels, in der 4. Columne dem beigesetzten *a* oder *b* entsprechend beträchtlich differiren, sondern dass dies in gleichem Maasse auch von den Längen des ruhenden Muskels in der 3. Columne gilt, ungeachtet jene Methoden auf diese letzteren Messungen principiell keinen Einfluss ausüben können. Bei genauerer Betrachtung erkennt man aber, dass die jedesmal *b* gegenüberstehenden Längen des ruhenden Muskels, ungeachtet der beigesetzten Belastung von 10 gr., genau Uebergangsgrössen der Anfangs- und Schlussmessung bei 0 gr. Belastung sind. Es scheint demnach, dass Volkmann jene Stützung des Gewichtes nicht nur bei den Messungen des thätigen, sondern auch des ruhenden Muskels für nöthig erachtet hat, wobei es dann freilich auch gleichgiltig ist, ob 0 gr. oder 10 gr. aufgelegt werden. Keinenfalls dürften dann aber die Längen des ruhenden Muskels, welche bei 10 gr. Belastung bald mit bald ohne Stützung gewonnen wurden, als gleichartige Grössen betrachtet und zur Rechnung benutzt werden, was Volkmann bei Berechnung der gleich danebenstehenden Hubhöhen gethan hat.

Es ergiebt sich aber ferner aus seinen diese Versuchsreihe begleitenden Bemerkungen hinreichender Grund zur Erklärung so abweichender Resultate, in dem von Volkmann angewandten experimentellen Verfahren: denn während ich den als Zeiger dienenden Coconfaden am Ende des aus parallelen Fasern bestehenden Theils des *hyoglossus*, also über der Zungenwurzel befestigt und dies sogar in der oben wieder abgedruckten Figur abgebildet habe, bindet dagegen Volkmann den „Federhalter, der am Kymographion zeichnet oder vor der Skale emporsteigt, an der Spitze der Zunge ganz nahe über der Stelle, wo sie sich in zwei Spitzen theilt, an.“ Dadurch wird aber eines Theils die Zunge, welche ausser den zur Messung dienenden Muskelbündeln viele andere enthält, die sich auch

auch dem Aufsatze „Versuche über Muskelreizbarkeit“ bei dessen Wiederabdrucke in diesem Archiv. Jahrg. 1857 pag. 32. beigefügt hat.

contrahiren und die Gestalt der Zunge ändern, in das zur Messung dienende Muskelstück mit eingeschlossen und wird daher auf die Messung störende Einflüsse ausüben, die sich gar nicht berechnen lassen: anderen Theils wird zugleich Volkmann genöthigt, den Gewichtsträger, den ich in die dicke Zungenwurzel einhake, an die dünne Zungenspitze zu befestigen, die von vielen Bündeln des *M. hyoglossus* gar nicht erreicht und durch angehängte Gewichte thatsächlich so ausgedehnt wird, dass wahrscheinlich der Durchgang des galvanischen Stromes sehr geschwächt und demnach auch der Muskel weniger contrahirt wird. Hieraus würde sich wenigstens die Differenz der Resultate von Volkmann's *a*, *b*, *c*, *d* Versuchen erklären: denn lässt man unter diesen Verhältnissen, wie in Volkmanns *b*, *c* und *d* Versuchen den Muskel sich vor Auflegung der Gewichte contrahiren, so können die äusserst kräftig contrahirten Muskelbündel sehr leicht die bemerkte Ausdehnung der Zunge durch das Gewicht verhindern, während sie das nicht zu leisten im Stande sind, wenn, wie in seinen *a* Versuchen, die vorher aufgelegten Gewichte die Zunge bereits ausgedehnt haben und der deshalb nur schwach einwirkende Strom keine kräftige Contraction zu erzeugen vermag. Jedenfalls schien es mir, um diese Verhältnisse aufzuklären, das einfachste und sicherste zu sein, dasselbe experimentelle Verfahren auch versuchsweise anzuwenden und zu sehen, ob ich damit zu ähnlichen Resultaten, wie Volkmann geführt würde. Ich führte demnach die folgende Versuchsreihe ganz ebenso, wie die zweite Seite 524 beschriebene Versuchsreihe aus, nur mit dem Unterschiede, dass ich nicht, wie dort, den als Zeiger dienenden Coconfaden über der Zunge und den Gewichtsträger in der Zungenwurzel befestigte, sondern beide, wie Volkmann, „in der Gegend der Zungenspitze ganz nahe über der Stelle, wo sich die Zunge in 2 Spitzen theilt, anband" und dass ich auch nicht 5 gr. und 15 gr., sondern, wie Volkmann, 0 gr. und 10 gr. zur wechselweisen Belastung des Gewichtsträgers anwandte.

Versuchsreihe 3.

Nr.	Belastung[1])	Länge des Muskels in Mill. unthätig	Länge des Muskels in Mill. thätig	Methode
	gr.	mm		
1.	0	50,0	8,0	
2.	10	66,0	22,2	*a*
3.	0	45,5	9,0	
4.	10	57,9	18,8	*b*
5.	0	46,7	11,0	
6.	10	64,5	39,5	*a*
7.	0	51,2	9,4	
8.	10	64,8	29,6	*b*
9.	0	47,0	17,0	
10.	10	65,8	44,0	*a*
11.	0	51,2	19,8	
12.	10	65,7	44,0	*b*
13.	0	48,8	25,3	
14.	10	65,2	58,3	*a*
15.	0	50,9	27,7	

In der That ergaben die Versuche jetzt, da sie unter denselben fehlerhaften Verhältnissen, wie von Volkmann, angestellt wurden, auch ganz ähnliche Resultate, wie Volkmann beschreibt: denn, sieht man von den zufälligen Verschiedenheiten ab, dass der Muskel in der obigen Versuchsreihe einerseits sich stärker verkürzte, als in der Volkmann'schen (was von der verschiedenen Qualität der gebrauchten Muskeln abhängt) und dass er andererseits rascher ermüdete und deshalb in den tieferen Gliedern durch dis Gewichte verhältnissmässig stärker ausgedehnt wurde, (weil ich zwischen den Versuchen bei 10 gr. Belastung stets solche bei 5 gr. Belastung eingeschoben habe, was Volkmann nicht gethan hat), so erkennt man in dieser Versuchsreihe dieselben grossen Differenzen zwischen den Messungen der *a* Methode und *b* Methode, welche in Volkmann's Versuchsreihe gleich in die Augen fallen und auf die er eben seine Behauptungen gegründet hat. Die Aehnlichkeit der gegenwärtigen Versuchsreihe mit der

1) Das Gewicht der Gewichtsschale und der am Muskel hängenden Zunge, welches hier nicht hinzugerechnet worden ist, betrug 2 gr.

Volkmann'schen in dieser Hinsicht wird sich am besten übersehen lassen, wenn, wie nachfolgend geschehen ist, die entsprechenden Zahlen beider Reihen neben einander gestellt werden.

Länge des thätigen mit 10 gr. belasteten Muskels

	V.	W.	
b	49,2		
a	65,6	22,2	*a*
b	52,95	18,8	*b*
a	67,9	39,5	*a*
b	53,95	29,6	*b*
a	68,0	44,0	*a*
b	69,75	48,3	*b*
a	56,0		
b	44,4		

Um nun auch die aus beiden Versuchsreihen sich ergebenden Werthe der Ausdehnbarkeit des Muskels berechnen und vergleichen zu können, reducirt man zunächst die Messungen derselben, wie oben, auf gleiche Ermüdungsstufen.

Messungen der 3. Versuchsreihe auf gleiche Ermüdungsstufen reducirt

für die Ermüdungsstufe	Länge des unthätigen Muskels bei der Belastung von		Länge des thätigen Muskels bei der Belastung von		
	0 gr.	10 gr.	0 gr.	10 gr. *a*	10 gr. *b*
	mm	mm	mm	mm	mm
No. 4.	46,1	57,9	10,0	30,85	18,8
„ 6.	48,95	64,5	10,5	39,5	24,2
„ 8.	49,1	64,8	13,2	41,75	29,6
„ 10.	50,0	65,8	18,4	44,0	36,8

Diese Reduction lässt sich aber mit Volkmann's Versuchsreihe nicht ausführen, weil er die Messungen bei 0 gr. Belastung nicht abwechselnd mit denen bei 10 gr. Belastung angestellt. sondern nur eine derselben am Anfange und eine am Ende der Reihe gegeben hat. Man wird daher als günstigstes Verhältniss zu einer solchen Vergleichung die drei ersten Messungen seiner Reihe unmittelbar benutzen müssen.

Volkmann's Messungen

No.	der Länge des unthätigen Muskels bei der Belastung von 0 gr.	10 gr.	der Länge des thätigen Muskels bei der Belastung von 0 gr.	10 gr. a	b
	mm	mm	mm	mm	mm
1.	55,0	—	39,4	—	—
2.	—	—	—	—	49,2
3.	—	71,5	—	65,5	—

Dividirt man nun bei beiderlei Messungen die Differenz der Länge des Muskels bei 0 gr. und bei 10 gr. Belastung durch das Mittel aus diesen beiden Längen und dividirt dann den so erhaltenen Quotienten nochmals durch 10, so erhält man als

Maass der Ausdehnbarkeit des *musc. hyoglossus*
einer Spannung durch 5 gr. Belastung entsprechend

für die Ermüdungsstufe	während der Unthätigkeit	während der Thätigkeit a	b	
No. 4.	0,0227	0,1020	0,0611	aus der 3. Versuchsreihe
—	0,0260	0,0498	0,0221	aus Volkmann's Versuchsreihe berechnet,

Die Ausdehnbarkeit des thätigen Muskels ergiebt sich hiernach in beiden Versuchsreihen aus den *a* Versuchen nahe noch einmal so gross als aus den *b* Versuchen. Da nun dieser Unterschied des Erfolges, je nachdem die Belastung vor oder während des Versuchs aufgelegt wurde, am noch unermüdeten Muskel nicht wahrgenommen werden konnte, wenn die im Volkmann'schen Verfahren nachgewiesenen Fehler, wie in der 1. und 2. Versuchsreihe (Seite 521 und 524) vermieden wurden: sich aber in gleicher Grösse wie in Volkmann's Versuchsreihe herausstellen, sobald man dasselbe Verfahren, wie Volkmann anwendet; so ergiebt sich, dass der Grund dieses ungleichen Erfolges in diesem Verfahren zu suchen sei.

Ich glaube demnach bewiesen zu haben, dass die von Volkmann in seinen Versuchen über Muskelreizbarkeit mitgetheilten Resultate, auf welche er die Anklage gegen meine Untersuchungen der Elasticität der Muskeln bauet, ebenso wohl auf experimentellen als auf Rechnungsfehlern beruhen.

Nach der genauen Erörterung der Thatsachen und Beobachtungen, die ich soeben gegeben habe, will ich zum Schlusse noch einige kurze Bemerkungen an einzelne Aeusserungen von Volkmann über die Verschiedenheit unserer Ansichten knüpfen.

1) Volkmann sagt am a. O. S. 1:

„Bekanntlich leitet Weber die Bewegungserscheinungen der Muskeln zunächst von der Elasticität ab, während er eingesteht, dass die Elasticität schliesslich von dem Einflusse des Lebens abhänge.“

Volkmann schreibt den Muskeln ebenfalls Elasticität zu, von der also auch die Bewegungserscheinungen der Muskeln abhängen müssen: er hat aber die Ansicht, dass die letzteren nicht von der Elasticität allein abhängen, sondern dass ausser der Elasticität oder mit ihr zugleich das Leben wirke, und dass folglich die Muskeln von zwei von einander unabhängigen Kräften bewegt werden, nämlich von der elastischen Kraft und von der Lebenskraft, die, wenn sie auf denselben Punkt wirken, sich zu einer Kraft zusammensetzen und wie eine Kraft zusammen wirken.

Nach meiner Ansicht sind die Bewegungen eines Körpers nicht abhängig von zwei verschiedenen Arten von Kräften, nämlich erstens von Kräften, die auf jenen Körper von anderen Körpern ausgeübt werden, zweitens von Kräften, die auf jenen Körper vom Leben ausgeübt werden, sondern es giebt nur eine Art von Kräften, von denen die Bewegungen jedes Körpers abhängen, nämlich die Kräfte, die von andern Körpern auf ihn ausgeübt werden. Jede Kraft aber, die zwei Körper auf einander ausüben, ist nach irgend einer Regel von den messbaren Verhältnissen beider Körper abhängig. Das Wort Elasticität bezeichnet eine solche Regel für die Theile eines festen Körpers, aus welcher die elastischen Kräfte, welche diese Theile auf einander ausüben, berechnet wurden. Diese Regel bleibt nun unveränderlich, solange die Körper, auf welche sie sich bezieht, unveränderlich bleiben. Die Körper erleiden nun aber eine Veränderung durchs Leben, die nicht unmittelbar, ihrem Wesen nach,

oder aus ihren Ursachen, sondern nur mittelbar aus ihren Wirkungen erforscht werden kann, nämlich aus der Aenderung, welche jene Regel erleidet, z. B. aus der Aenderung, welche die Elasticität erleidet. Dieser Ansicht folgend war es der letzte Zweck meiner Untersuchung, den Einfluss des Lebens auf die Elasticität der Muskeln und durch die Elasticität auf die Bewegungserscheinungen zu erforschen. Es leuchtet hieraus von selbst ein, dass Volkmann meine Ansicht nicht verstanden haben kann, wenn er es ein von mir gemachtes Eingeständniss nennt, dass die Elasticität des Muskels von dem Einflusse des Lebens abhänge.

2) sagt Volkmann Seite 4:

„Benutzt man das eben beschriebene Verfahren zur Messung der in Frage kommenden Grössen, so kommt man zu dem paradoxen aber constanten Resultate, dass die Dehnbarkeit des thätigen Muskels grösser und folglich seine elastische Kraft kleiner ist, als die des ruhenden Muskels. Die organischen Kräfte machen sich einer Zweckwidrigkeit schuldig. Der thätige Muskel soll nämlich Gewichte heben, er soll sie durch Vermittelung elastischer Kräfte heben und diese Kräfte werden in dem Momente, wo sie in Anwendung kommen sollen, d. h. in dem Momente, wo der Muskel aus dem Zustande der Ruhe in den Zustand der Thätigkeit übergeht, vermindert."

Ich gestehe, dass ich diese von Volkmann zur Bekämpfung meiner Messungsmethode und des damit gefundenen Resultats gebrauchte teleologische Betrachtung nicht zu unterscheiden vermag von den trivialen teleologischen Betrachtungen, mit welchen so grosser Missbrauch getrieben worden ist, dass teleologische und exacte Naturbetrachtung fast als ein Widerspruch angesehen zu werden pflegt.[1])

3) Volkmann sagt endlich zum Schlusse:

---

1) Hiergegen erwidert Volkmann in seiner neuesten Schrift S. 220: „Ist die Bestimmung des Muskels die, sich zu contrahiren, wie unzweifelhaft, und ist die Elasticität die Kraft, durch welche die Contraction zu Stande kommt, wie Weber versichert, so wäre es ohne Widerrede etwas Zweckwidriges, wenn die Elasticität in dem

„Aus dem Vorstehenden dürfte sich ergeben, dass die Weber'schen Versuche nicht nur mit den meinigen, sondern auch unter sich selbst unvergleichbar sind. Hieraus würde denn weiter folgen, dass sich jene Versuche zur Ableitung

---

Momente, wo sie die Contraction vermitteln sollte, eine Verminderung erführe."

Hierzu erlaube ich mir folgende Bemerkungen zu machen:

1. dass eine Contraction durch Verminderung der contrahirenden Kräfte zu Stande komme, nenne ich einen Widerspruch; eine teleologische Betrachtung aber, die diesen Widerspruch blos als etwas Zweckwidriges dargestellt, habe ich trivial genannt.

2. Volkmann behauptet, dass ich versichert hätte, die Elasticität sei die Kraft, durch welche die Contraction zu Stande komme, was aber nirgends der Fall ist.

Ich nenne, entsprechend dem in der Physik angenommenen Begriffe, dasjenige, was im lebendigen Muskel liegt und woraus die Kraft entspringt, durch welche die Contraction zu Stande kommt (oder durch welche die Theilchen des Muskels, die durch die stattgehabte Aenderung seiner natürlichen Form aus ihrer natürlichen Lage versetzt erscheinen, in ihre natürliche Lage zurückgeführt werden), die Elasticität der lebendigen Muskeln: ich bin aber gewohnt zwischen der Elasticität und den aus derselben entspringenden Kräften zu unterscheiden. Nach meinem Sprachgebrauche übt eine Feder von grosser Elasticität in ihrer natürlichen Lage oder bei sehr kleiner Beugung gar keine oder nur eine sehr geringe Kraft aus; eine Feder von geringer Elasticität kann aber bei sehr grosser Beugung eine ziemlich grosse Kraft ausüben. Die Anwendung auf den Muskel ist leicht zu machen: Während nämlich eine Muskelfaser im Zustande der Ruhe, ungeachtet ihrer grösseren Elasticität, an ihren Endpuncten, weil dieselben wenig oder gar nicht aus ihrer natürlichen Lage entfernt sind, geringe oder gar keine Spannkräfte ausübt, übt dagegen eine gleiche Muskelfaser, welche aber in Thätigkeit gesetzt worden ist und dadurch eine kürzere natürliche Form angenommen hat, an ihren Endpuncten, die nun beträchtlich aus ihrer natürlichen Lage entfernt erscheinen, ungeachtet ihrer geringeren Elasticität, ziemlich grosse Spannkräfte aus.

Volkmann fährt aber fort:

„Nun ist es mir nicht eingefallen zu behaupten, dass um dieser Zweckwidrigkeit willen die Weber'sche Hypothese schlechthin unmöglich sei; .... wohl aber scheint mir jene Zweckwidrigkeit zu beweisen, dass die Weber'sche Hypothese nicht so glatt und so fertig ist, dass man sie pure zu acceptiren habe."

allgemeiner Schlüsse über die Dehnbarkeit der Fleischfasern und über den relativen Antheil, welchen die elastischen Kräfte einerseits und die Contractilität andererseits an den Leistungen der Muskeln haben, nicht benutzen lassen."

Dieser Schlussfolgerung fehlt aber der logische Zusammenhang: denn man bezeichnet Versuche als unvergleichbar, wenn einflussreiche Verhältnisse auf die einen eingewirkt haben, auf die andern nicht. Da nun die angeblichen Nachtheile, die Volkmann der von mir gebrauchten Methode zuschreibt, wenn sie richtig wären, nicht diesen und jenen, sondern alle Versuche gleichmässig betroffen haben würden; so könnte durch dieselben, auch wenn sie sich bestätigt hätten, die Vergleichbarkeit meiner Versuche gar nicht be-

---

Volkmann spricht immer und immer wieder von einer „Weberschen Hypothese," ungeachtet ich nirgends eine Hypothese gemacht, sondern mich nur auf Feststellung von Thatsachen beschränkt habe. Ich habe nämlich die Elasticität des Muskels im Zustand der Ruhe für sich und im Zustande der Thätigkeit für sich untersucht und durch die Vergleichung beider Resultate die Aenderung, die dieselbe beim Wechsel dieser Zustände erfährt, festzustellen gesucht. Nirgends aber habe ich auch nur eine Meinung über die Ursache dieser Aenderung geäussert, geschweige denn eine Theorie aufgestellt.

Da nun Volkmann in der oben angeführten Stelle seiner früheren Schrift pag. 4 sagt: „Benutzt man das eben beschriebene Verfahren zur Messung der in Frage kommenden Grössen, so kommt man zu dem paradoxen aber constanten Resultate, dass die Dehnbarkeit des thätigen Muskels grösser und folglich seine elastische Kraft kleiner ist, als die des ruhenden Muskels;" so scheint dieses Resultat des benutzten „eben beschriebenen Verfahrens zur Messung", die in der eben angeführten Stelle von Volkmann's neuester Schrift bezeichnete „Weber'sche Hypothese" zu sein: denn die gerügte Zweckwidrigkeit liegt nach Volkmann in der Verminderung der Elasticität des Muskels, welche nach obiger Stelle das Resultat meiner Messung war. — Nach meinem Sprachgebrauche nenne ich das Resultat einer Messung keine Hypothese und habe darin, dass Volkmann, statt in jenem Messungsverfahren einen Fehler nachzuweisen, das Resultat der Messung mit teleologischen Betrachtungen bekämpft, einen Missbrauch teleologischer Betrachtungen gefunden, wodurch der Gang der exacten Forschung nur gestört werden kann, deren aus Beobachtungen und Messungen bestehende Grundlage von teleologischen Betrachtungen unabhängig sein soll.

einträchtigt worden sein. Aber hiervon abgesehen glaube ich in dem Vorstehenden gezeigt zu haben, dass meine Versuche wohl unter einander, aber nicht mit den Volkmann'schen vergleichbar sind, dass aber in letzterer Beziehung die Schuld keineswegs in meinen Versuchen liegt.

Ich habe daher keinen Grund, etwas von dem zurückzunehmen, was ich über die Dehnbarkeit der Fleischfasern aus meinen Versuchen abgeleitet habe. Volkmann verlangt aber von meinen Versuchen, dass sie sich sollen benutzen lassen, um den Antheil, welchen die elastischen Kräfte einerseits an den Leistungen der Muskeln haben, von demjenigen Antheil zu sondern, welchen die Contractilität andererseits daran habe. Ebenso könnte der Physiker von seinen Versuchen fordern, dass sie sich sollten benutzen lassen, um den Antheil, welchen die elastischen Kräfte einerseits an der Bewegung der Luft haben, von demjenigen Antheile zu sondern, welchen die Temperatur andererseits daran habe. Der Physiker, wenn er auch der Kürze halber einen Theil der Ausdehnung der Luft als Wärmeausdehnung bezeichnet, denkt aber nicht daran, die Ausdehnung der Luft in zwei Theile zu scheiden, von denen der eine die unmittelbare Wirkung der Elasticität, der andere die unmittelbare Wirkung der Wärme sei; der Physiker weiss, dass jede Ausdehnung, wie überhaupt jede Bewegung der Luft unmittelbar von den elastischen Kräften abhängt, dass aber das Gesetz zur Bestimmung der elastischen Kräfte in der Luft durch den Einfluss der Wärme modificirt werde. Ebenso sollte der Physiolog wissen, dass jede Contraction der Muskeln unmittelbar von den elastischen Kräften des Muskels abhängt, dass aber das Gesetz zur Bestimmung der elastischen Kräfte in den Muskeln durch den Einfluss der Nerven, wenn sie gereizt werden, modificirt werde.

Nach einem allgemeinen Schema, welches für alle in der Physik betrachteten Kräfte gilt, darf eine Kraft niemals von qualitativen Eigenthümlichkeiten (von der physischen Beschaffenheit) der Körper allein, sondern muss nothwendig stets zugleich auch von etwas quantitativ Messbarem (z. B. von der messbaren Entfernung oder Ausdehnung der Kör-

per) als abhängig betrachtet werden. Durch solche Kräfte, welche von nichts quantitativ Messbarem, sondern blos von rein qualitativen Eigenschaften der Körper abhingen, würde, wenn sie existirten, der wissenschaftlichen Forschung aller Grund und Boden entzogen werden, ebenso wenn Körper existirten, die blos in Folge ihrer innewohnenden Eigenthümlichkeit, ohne von messbaren Grössen getrieben zu werden, ihre Bewegungen wechselten. Solche wunderbare Kräfte müssten daher ebenso, wie die eben erwähnten wunderbaren Wechsel der Bewegungen, von exacten Forschungen ganz ausgeschlossen bleiben. Sollten daher die von Volkmann der Contractilität der Muskeln zugeschriebenen Kräfte zulässig erscheinen, so müsste Volkmann ausser der mit dem Namen der Contractilität bezeichneten Qualität der Muskeln noch etwas quantitativ Messbares angeben, wovon seine Kräfte ihrer Grösse und Richtung nach abhingen. Wahrscheinlich würde er aber für letzteres auch nichts anderes finden, als die räumlich messbare Ausdehnung der Muskeln. Seine vermeintliche neue Theorie der Muskelbewegung würde dann aber, wenn sie auf diese Weise in's Klare gebracht würde, nur auf eine neue Terminologie hinauslaufen.

II.

Erwiderung auf Volkmann's zweiten Aufsatz „Versuche und Betrachtungen über Muskelcontractilität."

Auf die vorstehende „kritische und experimentelle Widerlegung" hat Volkmann mit einem 74 Seiten langen Aufsatze pag. 215 dieses Bandes des Archives geantwortet. Um nicht zu einer noch weiteren Ausdehnung des Streites beizutragen, werde ich mich rein auf das Thatsächliche beschränken, womit ja der Streit begonnen hat und worin jedenfalls die Grundlage zu seiner Entscheidung zu suchen ist, und will, weil in dem Detail des Streites der Punct, um den sich derselbe eigentlich dreht, leicht verloren geht, erst den Gang des Streites seit seinem Beginne in kurzen Worten gefasst vorausschicken.

Volkmann hatte in seiner ersten Schrift[1]) die berechneten Resultate von Versuchen bekannt gemacht, welche darauf beruheten, dass mehrere Versuchsmethoden, deren jede den Muskel in einem anderen Maasse ermüdete, zugleich in derselben Versuchsreihe abwechselnd in Anwendung gebracht worden waren. Aus diesen Versuchen hatte sich ergeben, dass die nach den verschiedenen Versuchsmethoden ausgeführten Messungen, auch wenn sie auf gleiche Ermüdungsstufen reducirt worden waren, nicht allein selbst bei sonst gleichen Verhältnissen von einander differirten, sondern bei weiterer Berechnung auch zu verschieden Werthen der Dehnbarkeit führten, worauf denn Volkmann vielerlei Folgerungen über die Natur des thätigen Muskels, und die durch ihn erzeugten Erscheinungen gegründet hatte.

Gegen die Zweckmässigkeit dieser Versuche liess sich schon an und für sich das Bedenken erheben, dass die Operation der Reduction der Messungen auf gleiche Ermüdungsstufen, welche die Grundbedingung ist, wenn überhaupt die an sich wegen des stets wechselnden Ermüdungszustandes des Muskels unvergleichbaren Muskelmessungen mit einander verglichen werden sollen, die Gleichförmigkeit des Fortschritts der Ermüdung von Messung zu Messung voraussetze; dass aber die wechselsweise Anwendung verschiedener Versuchsmethoden in derselben Versuchsreihe diese Gleichförmigkeit des Fortschritts der Ermüdung störe und daher die Reduction der Messungen auf gleiche Ermüdungsstufen unvollkommen oder unter ungünstigen Verhältnissen selbst unmöglich machen könne. Aus diesem Grunde hatte ich daher auch gegen Volkmann gleich anfangs und ohne seine Versuche näher zu kennen geäussert, dass ich wohl glaubte, dass er unter solchen Verhältnissen mit seiner *a* und *b* Methode zu differenten Resultaten habe kommen können.

Demohngeachtet würde durchaus nichts gegen diese Versuche einzuwenden gewesen sein, wenn Volkmann sie nur zu

1) Berichte d. K. Sächs. Ges. d. W. physische Classe 1856 p. 1 bis 10 und Müllers Archiv 1857 p. 27 bis 45.

dem Zwecke benutzt hätte, Methoden unter einander zu vergleichen z. B. um eine Methode zu ermitteln, bei deren Anwendung ohne Aufopferung anderer wichtigeren Vortheile der Muskel möglichst langsam ermüde und daher möglichst lange gebraucht werden könne, und dann versucht hätte, ob er durch selbständige Anwendung dieser neuen Versuchsmethode weiter käme, als die früheren Untersuchungen. Volkmann hat sich aber ausschliesslich auf die Ausführung dieser durch gleichzeitige Anwendung mehrerer differenter Methoden complicirter Versuche beschränkt und glaubt gerade in der Ungleichheit der Ergebnisse, welche doch auf einer fehlerhaften Basis beruht, bereits ein wesentliches Resultat erlangt zu haben, welches ihn nicht blos über die vor ihm von mir gebrauchte Versuchsmethode abzusprechen, sondern auch zu neuen Folgerungen über die Natur des thätigen Muskels und seine Erscheinungen überhaupt berechtige.

Ich hatte darauf in meiner gegen diese erste Volkmann-sche Schrift gerichteten „kritischen und experimentellen Widerlegung" etc. dargethan, dass die ausserordentlich grossen Differenzen der Resultate der *a* und *b* Messungen, die Volkmann bei seinen Versuchen erhalten hatte, zum grösten Theile nicht einmal aus dieser Quelle stammten, sondern von Fehlern, die bei Ausführung der Versuche begangen worden waren, namentlich von der unzweckmässigen Befestigung des Federhalters an der Zungenspitze statt über der Zungenwurzel (wodurch die Zunge selbst in die Messung mit eingeschlossen wird) herrührten; indem ich durch Versuche nachwies, dass, wenn der Zeiger oder Federhalter, wie stets in meinen früheren Versuchen geschehen ist, über der Zungenwurzel und ohne Schnürung befestigt werde, bei Wiederholung der Volkmannschen Versuche mit wirklich lebenskräftigen und unermüdeten Muskeln die Resultate der *a* und *b* Messungen ziemlich gleich, oft sogar völlig gleich ausfallen, (weil nämlich bei frischen kräftigen Muskeln überhaupt die Wirkung der Ermüdung anfangs gering ist und daher auch Störungen ihres gleichförmigen Ganges wenig in Betracht kommen) und dass sie erst bei höheren Ermüdungs-

graden der Muskeln beträchtlichere Differenzen zeigen, jedoch auch dann nie Differenzen von solcher Grösse, wie Volkmann gefunden zu haben glaubte; dass man aber allerdings ähnliche grosse Differenzen der *a* und *b* Messungen, wie Volkmann bei seinen Versuchen, erhalte, wenn man, wie er, den Zeiger oder Federhalter an der Zungenspitze anbindet.

Volkmann hat nun in seinem neuesten Aufsatze „Versuche und Betrachtungen über Muskelcontraction", mit welchem er meine „Widerlegung" beantwortet hat, sowohl die seiner ersten Schrift zu Grunde gelegten Versuche, als auch neu von ihm angestellte Versuche ausführlich mitgetheilt und auch über die Art und Weise, wie dieselben ausgeführt worden sind, weiteren Aufschluss gegeben. Aus dieser Arbeit geht nun hervor, dass die in meiner Widerlegung beigebrachten Thatsachen sämmtlich durch Volkmann's Versuche bestätigt und sogar noch wesentlich vervollständigt werden. Es stellen sich nämlich aus derselben folgende Thatsachen heraus.

1. Volkmann's Versuche ergeben, dass, wenn er den Federhalter über der Zungenwurzel ohne Schnürung des Muskels befestigt (wenn er also die Zunge von der Messung ausschliesst), die abwechselnd in derselben Versuchsreihe angestellten *a* und *b* Messungen gleiche oder fast gleiche Resultate ergeben, was das Resultat meiner ersten und zweiten Versuchsreihe war.

2. Volkmann's Versuche ergeben ferner, dass, wenn er dagegen den Federhalter an der Zungenspitze anbindet (wenn er also die Zunge in die Messung mit einschliesst), die *a* und *b* Messungen und zwar unter übrigens ganz gleichen Verhältnissen wie vorhin, sehr differirende Resultate ergeben, was das Resultat meiner dritten Versuchsreihe war und wie diese beweist, dass die Befestigung des Federhalters an der Zungenspitze Ursache der von Volkmann beobachteten Differenz der *a* und *b* Messungen sei.

3. Volkmann's Versuche ergeben weiter, dass auch die neuerlich von ihm abgeänderte Befestigungsmethode des Federhalters, wonach er denselben nun zwar über der Zungen-

wurzel, aber mit einem den Muskel schnürenden Faden befestigt auch noch eine ähnliche Wirkung, wie die frühere Befestigungsweise, äussert.

4. Aus Volkmann's Darlegung stellt sich endlich ausser dem besprochenen ein neuer bei der Ausführung seiner Elasticitätsmessungen begangener noch wichtigerer Fehler heraus: indem Volkmann statt den Muskel während der Messung in gleichförmiger Contraction zu erhalten ihn nur durch einen einzigen Inductionsstoss momentan in Zuckung versetzt hat, was ausser anderen Nachtheilen auch wesentlich zur Vergrösserung der Differenz der *a* und *b* Messungen in seinen Versuchen beigetragen hat.

1. Ich hatte durch die erste und zweite Versuchsreihe[1]) nachgewiesen, dass, wenn man den Zeiger oder Federhalter über der Zungenwurzel und ohne Schnürung des Muskels befestigt, die wie in Volkmann's Versuchen, abwechselnd angestellten *a* und *b* Messungen, vorausgesetzt, dass der gebrauchte Muskel nur unermüdet und lebenskräftig ist, gleiche oder fast gleiche Resultate ergeben. Volkmann greift nun in seiner Gegenschrift diese Messungen namentlich die erste von mir zusammen mit Prof. Hankel ausgeführte Versuchsreihe an: weil ich die mittelst *b* Messung (No. 6 der Versuchsreihe, welche nicht nur beträchtlich kleiner, als das Mittel der nächst höheren und tieferen *b* Messung bei derselben Belastung von 13 Gramm und auch als die 4 Stellen nächst höhere *b* Messung allein ist, sondern sogar noch kleiner als das ihr entsprechende Mittel der unmittelbar darüber und darunter stehenden bei der geringeren Belastung von 8 Gramm ausgeführten Messung ist) als unzuverlässig bei der Berechnung der Versuchsreihe habe ausfallen lassen, und will statt dieser wohlbegründeten Auslassung willkührlich eine andere Messung (No. 4) streichen, um eine mittlere Differenz von 25,0 — 23,8 Mill. = 1,2 Mill. herausrechnen zu können. — Da das Ausscheiden einer einzelnen Beobachtung bei Berechnung der Versuchsreihen, auch wenn evidente Gründe für ihre

1) Siehe Seite 521 und 524.

Unzuverlässigkeit vorliegen, leicht den Verdacht der Willkühr erregt, so wollen wir jene Ausscheidung, an welcher Volkman so grossen Anstoss nimmt, beseitigen und also das Mittel aus allen 3 *b* Messungen und das aus den zwischen ihnen symmetrisch vertheilten 2 *a* Messungen nehmen: wir erhalten dann die Differenz der *a* und *b* Messungen = 24,0 − 23,6 Mill. = 0,4 Mill., was sich nur wenig von dem oben gefundenen Resultate unterscheidet und gleichfalls genügt.

Während sich nun aber Volkmann erst herbeilässt, auf solche Weise meine Versuche anzufechten, erfahren dieselben schliesslich (was ihm wohl entgangen sein mag) durch seine eignen Versuche, welche genau dasselbe Resultat ergeben, die schlagendste Rechtfertigung. Volkmann theilt nämlich Seite 281 die nachfolgende Versuchsreihe (die zweite Abtheilung der Versuchsreihe XIV) mit, welche im Gegensatz zu *allen* übrigen Versuchen so ausgeführt worden ist, dass einerseits der Federhalter richtig über der Zungenwurzel und zwar ohne Schnürung, sondern mittelst eines Hakens befestigt, andererseits auch der Muskel während der Messung in stetiger Contraction erhalten wurde, welche demnach von den genannten Fehlern frei ist.

Volkmann's Messungen
der Versuchsreihe XIV. Abtheilung 2.
bei 5 Gramm Belastung.

Ermüdungsstufe nach Versuch	Länge des thätigen Muskels		Differenzen [1]) der *a* und *b* Messungen
	a	*b*	
	mm		
36.	15,05	15,40	0,35
40.	20,8	20,80	0,0
44,	28,35	28,60	0,25
48.	32,60	33,50	0,9
52.	35,90	36,70	0,8

1) Da bei diesen Betrachtungen die Differenzen, nicht die geome-

Das Resultat dieser Messungen ist aber, wie jeder sieht, dasselbe wie das meiner ersten von ihm so sehr angefochtenen Versuchsreihe, da die Differenz der *a* und *b* Messungen im zweiten Gliede völlig 0 ist, und auch auf den höheren Ermüdungsstufen nirgends 0,9 Mill. übersteigt, ungeachtet der Muskel vorher schon 33 Messungen der ersten Abtheilung derselben Versuchsreihe hatte aushalten müssen und deshalb keineswegs ganz frisch und unermüdet war.

Da also gerade diejenigen Versuche Volkmann's, die sich als fehlerfrei herausstellen, das gleiche Resultat, als die von Hankel und mir ausgeführten, ergeben haben, so wird jeder selbst ermessen, was von Volkmann's Aeusserung:[1] „Nach zahlreichen eignen Erfahrungen über diesen Gegenstand muss ich annehmen, dass den von Weber und Hankel ausgeführten Messungen der thätigen *b* Muskeln beträchtliche Fehler anhaften" zu halten sei.

2. Ich hatte durch meine dritte Versuchsreihe[2]) nachgewiesen, dass man im Gegensatz zu den vorhergehenden Versuchen, wie Volkmann, sehr grosse Differenzen der abwechselnd angestellten *a* und *b* Messungen erhält, wenn man den Zeiger oder Federhalter statt über der Zungenwurzel, wie Volkmann an der Zungenspitze anbindet.

Volkmann hat zur Prüfung dieser Thatsache eigens zwei Versuchsreihen, die zwölfte und dreizehnte,[3]) angestellt und dieselben sehr zweckmässig so eingerichtet, dass in jeder von ihnen der Federhalter abwechselnd über der Zungenwurzel (W Befestigung) und abwechselnd an der Zungenspitze (V Befestigung) angehakt wird, wodurch sich der Einfluss der Befestigungsweise allerdings noch reiner und sicherer, als in meinen Versuchen, wo beiderlei Befestigungsmethoden successiv an verschiedenen Muskeln angewendet wurden, heraus-

trischen Verhältnisse der *a* und *b* Messungen, welche Volkmann in seiner Tabelle gegeben hat, in Betracht kommen; so habe ich erstere diesen letzteren substituirt.

1) Müller's Archiv 1858, pag. 275.

2) Siehe Seite 534.

3) Müller's Archiv 1858, pag. 260 und 271.

stellen musste. Er substituirt zwar den von mir gebrauchten anhaltenden Muskelzusammenziehungen momentane durch einfache Inductionsstösse erzeugte Muskelzuckungen, was aber der Vergleichung der Wirkung der beiden Befestigungsweisen keinen Eintrag thut.

Volkmann's Messungen.

der Versuchsreihe XII.				der Versuchsreihe XIII.			
Befestigungsweise	Länge des thätigen Muskels in Mm. *b*	Länge des thätigen Muskels in Mm. *a*	Differenzen von *a* und *b*	Befestigungsweise	Länge des thätigen Muskels in Mm. *b*	Länge des thätigen Muskels in Mm. *a*	Differenzen von *a* und *b*
W.	19,55	20,5	0,5	W.	20,45	22,4	1,95
V.	41,15	46,5	4,35	V.	40,6	47,1	6,5
W.	23,95	24,8	0,85	W.	23,85	25,2	1,35
V.	46,65	50,7	4,05	V.	42,75	48,6	5,85
W.	27,15	28,5	1,35	W.	24,6	26,1	1,5
V.	52,5	55,6	3,1	V.	44,25	49,6	5,35
W.	31,7	32,6	0,9	W.	25,75	27,4	1,65
				V.	46,1	50,6	4,5
				W.	27,05	28,3	1,25

Man sieht sogleich, dass in beiden Volkmann'schen Versuchsreihen die Differenz der *a* und *b* Messungen durchgängig bei der V Befestigung nahe 4 Mal grösser, als bei der W Befestigung ist. Da nun beiderlei Versuche unter übrigens gleichen Verhältnissen ausgeführt sind, so ist die Ursache der Vervierfachung der Differenz ausschliesslich in der sub V von Volkmann angewendeten Befestigung seines Federhalters an der Zungenspitze zu suchen, was zu beweisen der Zweck meiner dritten Versuchsreihe gewesen ist, deren Resultat folglich durch Volkmann's Versuche auf das evidenteste bestätigt wird. Unbegreiflich ist es aber, dass Volkmann gerade das Gegentheil gefunden zu haben behauptet und trotz der 4 Mal grösseren Differenz der *a* und *b* Messungen bei der V Befestigung „die Längen des thätigen *a* und *b* Muskels

unabhängig von der Befestigung des Federhalters" findet[1]) obgleich er in der Note selbst den Unterschied des *a* und *b* Muskels bei seiner (V) Befestigungsweise „merklicher" als bei der Weber'schen (W) Befestigung nennt. Wenn er aber daselbst noch weiter hinzufügt: „In wiefern nun die Absicht „ist, den Einfluss der Methoden auf die Muskelbewegung zu „untersuchen, ein Einfluss, der sich durch jene Längenunter„schiede zu erkennen giebt, scheint Webers Methode die „minder zweckmässige: denn die minder zweckmässige „von 2 Versuchsmethoden ist diejenige, welche das, „was man sucht, weniger hervorhebt" (?!); so möchte dies in der That ein sehr bedenkliches Princip sein, dessen Beurtheilung füglich dem Leser überlassen bleiben kann.

Wenn nun gleich diese Versuchsreihe vollkommen genügt, den Einfluss der Befestigungsweise über der Zungenwurzel und an der Zungenspitze zu prüfen und namentlich die Differenzen nachzuweisen, welche durch die letztere Befestigungsweise zwischen den *a* und *b* Messungen erzeugt werden, so darf man doch auch die kleineren Differenzen der W Messungen in dieser Versuchsreihe noch keineswegs schon als normal betrachten; da die Versuche dieser Tabelle, wie schon oben erwähnt worden ist, mit momentanen durch einzelne Inductionsstösse erzeugten Muskelzuckungen, statt mit anhaltenden Muskelzusammenziehungen ausgeführt worden sind, was bei diesen Elasticitätsmessungen unstatthaft ist, und namentlich auch zur Erzeugung von Differenzen zwischen den *a* und *b* Messungen wesentlich beiträgt (siehe den Abschnitt sub 4) weshalb denn auch diese Differenzen weit grösser sind, als die, welche Volkmann in der oben sub 1 angeführten, Abtheilung der Versuchsreihe XIV erhalten hatte, in der auch dieser Fehler vermieden ist.

3. Volkmann hat sich nun neuerlich zwar bemüht den eben erwähnten durch seine eigenen Versuche nachgewiesenen in der Befestigung seines Federhalters gelegenen experimentellen Fehler zu beseitigen, indem er jetzt den Muskel

1) Siehe Müller's Archiv 1858, pag. 269.

an der Zungenspitze abschneidet und ihn über dem Schnittrande mit einem Faden umschnürt, an den er den Federhalter befestigt. Allein diese Abänderung allein dürfte, wie man leicht übersieht, noch nicht ausreichen: denn wenn nun auch die Zunge von der Messung ausgeschlossen ist; so weiss doch jeder, der mit lebenden Muskeln experimentirt hat, wie schlecht dieselben das Schnüren vertragen, weil ihre Fasern an der Schnürungsstelle gänzlich zerstört werden, wie denn auch der ganze Muskel zum Fingerzeig seiner Verletzung dadurch in tonischen Krampf geräth. Wenn man demnach schon überhaupt eine solche Gewaltthat dem Muskel gerne erspart, so möchte es doppelt bedenklich sein, die durch die Schnürung zerstörte Stelle des Muskels selbst, wie bei Volkmann's neuerem Verfahren geschieht, in das zur Messung dienende Muskelstück mit einzuschliessen. Wenn es aber hieraus doch nur wahrscheinlich wird, dass auch diese neue Befestigungsweise des Federhalters von Volkmann noch nicht genüge, und erst die Erfahrung lehren müsste, ob sich wirklich daraus störende Einflüsse für die Messung ergeben, so finden wir bereits auch dafür in Volkmann's Versuchen den experimentellen Beweis geliefert. In der Versuchsreihe IV [1]) giebt Volkmann abwechselnd mit der *a* und *b* Methode ausgeführte Messungen am *Musc. hyoglossus* des Frosches, der nach Volkmann's neuester Befestigungsweise des Federhalters über der Zunge abgeschnitten und über dem Schnittrande mit einem Faden umschnürt worden war, welcher den Federhalter trug: und in der schon oben erwähnten zweiten Abtheilung der Versuchsreihe XIV [2]) ganz entsprechende Versuche am *Musc. hyoglossus*, wo aber der Federhalter nicht mittelst eines schnürenden Fadens, sondern mittelst eines Hakens über der Zunge befestigt worden war. In beiden Reihen wurde der Muskel während der Dauer jeder Messung in gleichförmiger Thätigkeit erhalten.

---

1) Müller's Archiv 1858, pag. 236.
2) Müller's Archiv 1858, pag. 279.

Volkmann's Messungen.

	der Versuchsreihe IV.[1]				der Versuchsreihe XIV. Abtheilung 2.			
	der Federhalter war mittelst eines schnürenden Fadens oberhalb der Zungenwurzel befestigt und die Zunge unterhalb abgeschnitten.				5 gr. Belastung. der Federhalter ohne Schnürung mittelst eines Hakens oberhalb der Zungenwurzel befestigt.			
	Ermüdungsstufe nach Versuch	Länge des thätigen Muskels *a*	Länge des thätigen Muskels *b*	Differenz von *a* und *b*	Ermüdungsstufe nach Versuch	Länge des thätigen Muskels *a*	Länge des thätigen Muskels *b*	Differenz von *a* und *b*
20 gr. Belastung schwach tetanisirt	2.	32,15	44,05	11,9	36.	15,05	15,40	0,35
	4.	37,45	46,2	8,75	40.	20,8	20,80	0,0
	6.	40,55	49,0	8,45	44.	28,35	28,60	0,25
	8.	42,94	51,25	8,31	48.	32,60	33,50	0,9
	10.	45,34	52,75	7,41	52.	35,90	36,70	0,8
5 gr. Belastung stärker tetanisirt	13.	25,55	25,8	0,25				
	15.	28,47	29,0	0,53				
	17.	31,85	32,5	0,65				
	19.	36,12	37,5	1,38				
	21.	40,25	41,5	1,25				

Die Vergleichung dieser beiden Versuchsreihen beweist, dass auch diese neue Volkmann'sche Befestigungsweise über der Zungenwurzel, aber mit Schnürung des Muskels und Einschliessung der Schnürungsstelle in das zur Messung dienende Muskelstück, beträchtlichen Einfluss auf die Messung und namentlich auch auf die Differenz der *a* und *b* Messungen äussere, da ungeachtet der übrigens gleichförmigen Ausführung beider Reihen die Differenz der *a* und *b* Messungen in der Versuchsreihe IV., in welcher diese neue Befestigungsmethode des Federhalters zur Anwendung gekommen ist, bei 5 Gramm Belastung doppelt so gross, als in der andern ist und bei Erhöhung der Belastung auf 20 Gramm sogar die 20fache Grösse

1) Die Messungen dieser Versuchsreihe sind, um sie mit denen der Versuchsreihe XIV. vergleichen zu können, von mir entsprechend auf gleiche Ermüdungsstufen reducirt worden.

derselben im Mittel erreicht, welches letztere beweist, dass dieser Einfluss, wie zu erwarten war, mit der Grösse der Belastung sehr zunimmt.

4. Ausser dem eben betrachteten, wenn auch einflussreichen doch nur in äusseren Verhältnissen, in der Befestigung des Zeigers oder Federhalters gelegenen experimentellen Fehler kommt aber jetzt bei der ausführlichen Darlegung, welche Volkmann in seinem neuesten Aufsatze von seinen Versuchen gegeben hat, ein anderer viel tiefer eingreifender principieller Fehler der Volkmann'schen Elasticitätsversuche an das Tageslicht, der zwar auch schon bei den älteren Versuchsreihen concurrirt hat, von mir aber wegen Mangel an Auskunft über die Art und Weise, wie dieselben ausgeführt worden waren, nicht hat in Betracht gezogen werden können. Volkmann versetzt nämlich den Muskel während seiner Messungen nicht in gleichförmig fortdauernde Zusammenziehung, sondern nur durch einen einzelnen Inductionsstoss bei jeder Messung in momentane Zuckung.

1. In diesem Verfahren liegt eine zweite neue Quelle der grossen Differenzen der Elasticitätsmessungen, die Volkmann bei gleichzeitiger Anwendung seiner *a*, *b*, *c*, *d* etc. Methoden erhalten, die sich aber bei richtiger Ausführung der Messungen nicht bestätigt hatten. Volkmann scheint in der That auch nicht eine Ahnung davon gehabt zu haben, welchen Einfluss diese seine allerdings ganz unvermuthete Modification meines experimentellen Verfahrens auf seine Resultate haben könnte, da er in seinem ersten Aufsatze[1]) seine *a* Messungen ohne jede experimentelle Unterlage auf Treu und Glauben, als durch das von mir angewendete experimentelle Verfahren gewonnen hingestellt, und selbst auf meine specielle Bitte um Mittheilung der Messungen und der Verhältnisse, unter denen sie angestellt waren, bei Uebersendung der pag. 531 mitgetheilten Versuchsreihe diese wichtige Abänderung auch nicht mit einem Worte erwähnt hat.

Man braucht nicht 14 Versuchsreihen anzustellen, um der Welt zu beweisen, dass die durch eine momentane Zuckung

1) Berichte der K. Sächs. Ges. phys. Cl. 1856, pag. 3.

des Muskels erzeugte Kraft, welcher man abwechselnd ein tiefer und ein höher stehendes Gewicht zu heben giebt, nicht beide Gewichte zu demselben Niveau, sondern das höher stehende zu einem höheren Punkte, das tiefer stehende zu einem weniger hohen Punkte hebe, was sich doch wirklich von selbst versteht: da die durch eine augenblickliche Muskelzuckung hervorgebrachte Kraftwirkung, die einem Stosse vergleichbar ist, durch das Heben des tiefer stehenden Gewichtes bis zum Niveau des höher stehenden schon theilweise consumirt wird. Aber selbst das handgreifliche Zeugniss seiner eignen Versuche nicht einmal hat Volkmann zu überzeugen vermocht, dass die Ursache der von ihm gefundenen grossen Differenz der Resultate der *a* und *b* Methode nicht in der Beschaffenheit der Muskeln, sondern in seinen Manipulationen zu suchen sei.

Volkmann hat in dieser Hinsicht eine lange Versuchsreihe abwechselnder *a* und *b* Messungen (No. XIV.[1]) ausgeführt, in deren erster Abtheilung von 33 Versuchen der Muskel durch einfache Inductionsstösse momentan in Zuckung, in deren zweiter Abtheilung von 21 Versuchen derselbe Muskel während jeder Messung in gleichförmig fortdauernde Zusammenziehung versetzt wurde.

Volkmann's Messungen der Versuchsreihe XIV.

Abtheilung 1. der Muskel durch Inductionsschläge in momentane Zuckung versetzt.				Abtheilung 2. der Muskel während der Messungszeit in anhaltende Zusammenziehung versetzt.			
Ermüdungsstufe nach Versuch	Länge des thätigen mit 5 gr. belasteten Muskels *b*	Länge des thätigen mit 5 gr. belasteten Muskels *a*	Differenz von *a* und *b*	Ermüdungsstufe nach Versuch	Länge des thätigen mit 5 gr. belasteten Muskels *b*	Länge des thätigen mit 5 gr. belasteten Muskels *a*	Differenz von *a* und *b*
	mm	mm	mm		mm	mm	mm
3.	31,75	38,7	6,95	36.	15,05	15,40	0,35
7.	32,75	38,5	5,75	40.	20,8	20,80	0,0
11.	32,6	38,5	5,9	44.	28,35	28,60	0,25
15.	32,85	36,4	3,55	48.	32,60	33,50	0,90
19.	33,3	38,9	5,6	52.	35,90	36,70	0,80
23.	34,15	38,8	4,65				
27.	34,50	38,9	4,4				
31.	34,35	38,8	4,45				

1) Müller's Archiv 1858, p. 279.

Die erste mit momentanen Muskelzuckungen ausgeführte Abtheilung dieser Versuchsreihe ergiebt demnach eine Differenz der *a* und *b* Messungen im Mittel von 5,15 Millim., die mit anhaltenden Muskelzusammenziehungen ausgeführte zweite Abtheilung dagegen nur eine Differenz der *a* und *b* Messungen im Mittel von 0,46 Millim. Da nun die Versuche beider Abtheilungen von Volkmann zum Zwecke der Vergleichung übrigens völlig gleich ausgeführt worden sind, die unvermeidliche Ungleichheit der Ermüdung in der ersten und zweiten Abtheilung aber im entgegengesetzten Sinne wirken musste, so rührt die Verzwölffachung der Differenz der *a* und *b* Messungen in der ersten Abtheilung dieser Versuchsreihe ausschliesslich von der Anwendung momentaner Muskelzuckungen statt dauernder Muskelzusammenziehungen her: ein Resultat, das freilich, wie gesagt, vorausgesehen werden konnte.

2. Der eben erörterte störende Einfluss der von Volkmann in Anwendung gebrachten Methode, die Muskeln in Thätigkeit zu versetzen, bedingt, wie beträchtlich er auch immer ist, eben so wie die unzweckmässige Befestigung des Federhalters an der Zungenspitze, doch nur Unvollkommenheiten der Messungen, die nur deshalb ein grösseres Gewicht erhalten haben, weil Volkmann auf sie seine ganze Untersuchung gebauet hatte. Allein das eben genannte Verfahren schliesst einen principiellen Fehler ein, in Folge dessen der eigentliche Zweck der ganzen Messungen, die Elasticität des thätigen Muskels zu bestimmen, gänzlich verfehlt worden ist, so dass die Messungen überhaupt aufhören noch Elasticitätsmessungen zu sein.

Da alle Elasticitätsmessungen an fadenförmigen Körpern wie die Muskelfasern, auf Beobachtung der Lage des Gleichgewichtes, welches ihre elastischen Kräfte mit der Schwerkraft bekannter Gewichte oder mit andern bekannten Kräften herstellt, beruhen, so ist, man mag nun die hergestellte Gleichgewichtslage selbst, oder die Schwingungen, durch welche sie hergestellt wird, beobachten, doch stets eine längere Zeit erforderlich, während welcher der Körper in demselben Zustande verharren muss, für den die Messung gi tig sein soll.

Die Entdeckung, die Muskeln durch einen unterbrochenen electrischen Strom dauernd im thätigen (contrahirten) Zustand erhalten zu können, bildet daher die Basis aller meiner Untersuchungen der Elasticität des thätigen Muskels ebenso wie die aller nachfolgenden. Da man vorher die Muskeln nur momentan in Zuckung, nicht dauernd in Thätigkeit zu setzen vermochte, so haben früher auch keine Elasticitätsmessungen am thätigen Muskel ausgeführt werden können. Da nun Volkmann statt der von mir in Anwendung gebrachten stetig fortdauernden Muskelzusammenziehungen momentane Muskelzuckungen substituirt hat; so hat er nicht die sich mit dem Gewichte in's Gleichgewicht gesetzt habenden elastischen Kräfte des Muskels, sondern nur die einem Stosse vergleichbare Wirkung einer durch eine augenblickliche Elasticitätsschwankung erzeugten Wurfbewegung: gemessen, hinterdrein aber, ungeachtet dieser Vertauschung des Messungsobjectes, die erhaltenen Grössen, als ob er jene gemessen hätte, verwendet. Es leuchtet demnach hieraus ein, dass alle auf diese Weise ausgeführten Elasticitätsmessungen, als solche, keinen Werth haben können.

Es bleibt nun noch zu erörtern übrig, in wie weit die zahlreichen Versuchsreihen Volkmann's nun wirklich an den so eben erörterten Mängeln betheiligt sind. Von den 14 Versuchsreihen sind 9 mit momentanen Muskelzuckungen, statt mit anhaltenden Muskelzusammenziehungen ausgeführt worden: nämlich No. 1. 2. 3. 5. 6. 7. 12. 13. und von No. 14. wenigstens die erste für Volkmann maassgebend gewesene Abtheilung Da in diesen Reihen die elastischen Kräfte des Muskels nicht einmal das Object der Messung gewesen sind; so können wir sie gleich ohne weitere Rücksicht auf ihre Betheiligung an der mangelhaften Befestigung des Federhalters ganz übergehen. Es bleiben also nur 5 und $^1/_2$ Versuchsreihe übrig, in denen anhaltende Muskelzusammenziehungen von Volkmann in Anwendung gebracht worden, und in denen daher auch die elastischen Kräfte wirklich das Object der Messung gewesen sind. Dies sind die Versuchsreihen No. 4. 8. 9. 10. 11. und die zweite Hälfte von No. 14. Aber in den

Versuchsreihen No. 8. 9. 10. 11. ist der Federhalter an der Zungenspitze befestigt und demnach die ganze Zunge in die Messung mit eingeschlossen worden, und in No. 4. war der Federhalter zwar an den über der Zungenwurzel abgeschnittenen Muskel selbst, aber mittelst eines schnürenden Fadens befestigt worden. Da wir nun den störenden Einfluss kennen gelernt haben, den nach meinen und Volkmann's Versuchen die erste Befestigungsweise sowohl, als auch nach Volkmann's Versuchen die zweite Befestigungsweise auf die Messungen und in's Besondere auf die Erzeugung der von Volkmann beobachteten Differenzen der Resultate seiner gleichzeitig in Anwendung gebrachten *a*, *b*, *c*, *d*, *e* Methode habe; so sind auch diese 5 Versuchsreihen nicht brauchbar. Es bleibt demnach von allen 14 Versuchsreihen nur die zweite Abtheilung der letzten übrig, welche in der That gut und richtig ausgeführt ist. Diese ergiebt, ungeachtet der Muskel nicht frisch, sondern durch 33 Messungen der ersten Abtheilung ermüdet war, ein mit meinen Messungen übereinstimmendes Resultat, ist aber von Volkmann nach dem von ihm[1]) aufgestellten Principe für seine Zwecke nicht brauchbar befunden worden.

Nach dieser ausführlichen Darlegung der principiellen und experimentellen Mängel, an welchen sämmtliche Versuchsreihen Volkmann's mit Ausnahme der zweiten Abtheilung der vierzehnten, die er aber nicht benutzt hat, leiden, glaube ich überhoben zu sein, die Resultate derselben im Einzelnen, so wie das auf sie gegründete Raisonnement besprechen zu müssen.

---

1) Siehe Müller's Archiv 1858, S. 269 die Note.

Untersuchungen über niedere Seethiere.

Von

Dr. Rud. Leuckart und Dr. Alex. Pagenstecher.

(Hierzu Taf. XVIII.—XXIII.)

Amphioxus lanceolatus.

(Taf. XVIII.)

Die Fischerei mit dem feinen Netze, welche wir während einer Zeit von etwa fünf Wochen in den Monaten August und September um Helgoland, besonders in der Strömung zwischen der Insel und der Düne, fast täglich vornahmen, führte uns den grössten Theil der bisher dort beobachteten pelagischen Thierformen, vorzugsweise die interessanten Larvengestalten der Echinodermen, Würmer und Mollusken vor Augen. Ziemlich gemein war der *Amphioxus lanceolatus* in jugendlichem Zustande, in einer Grösse von etwa $1^1/_2$—3‴. Da sich während des nicht unbedeutenden Zeitraums nur Exemplare von verhältnissmässig geringer Grösse und Organisationsdifferenz fanden, und zwar gemischt ohne Rücksicht auf den Unterschied der Beobachtungszeit, so scheint die Annahme fast erlaubt, dass der *Amphioxus* einen nur beschränkten Theil seiner Jugend in munterm Umherschwimmen an der Oberfläche des Meeres zubringt. Vor und nachher lebt er in grösserer Tiefe und zwar, wie man gewöhnlich annimmt, auf sandigem Grunde.[1])

1) Nach den Mittheilungen von Lindsay hält sich der *Amphioxus* weniger im Sande, als auf reinem ungemischtem Kiesboden auf. Ann. and mag. of nat. hist. vol. XX. p. 339. Dass der Boden der See bei

Die jungen Amphioxen werden im Pokale leicht erkannt an der zartgrünen Färbung, welche diejenigen Stellen des sonst durchsichtigen Körpers auszeichnet, an welcher die Kiemen und jene, an welcher die hintern Partien des Darmes liegen. Sie sinken, wenn sie sich nicht bewegen, im Wasser unter, werden aber durch die heftig schlängelnden Krümmungen ihrer cylindrischen Körper an der Oberfläche erhalten. Ihre Sinne sind stumpf; sie sind leicht aus dem Gefässe auszufangen, und ihr zähes Leben erleichtert die Beobachtung. Selbst, wenn die Gewebe unter dem Mikroskope, während der Abdunstung des umgebenden Salzwassers, durch Wasserentziehung ihr Ansehn verändert hatten, kehrten die Thiere in frischer Flüssigkeit zu neuem Leben zurück.

Die Untersuchung einer grossen Anzahl von Exemplaren ergab Resultate, welche Max. Schultze, der schon vor uns [1]) in Helgoland solche Jugendformen [2]) auffand, unmöglich aus der Beobachtung von zwei Thieren gewinnen konnte. Diese Resultate sind so frappant, dass sie selbst die Wiederholung der Untersuchung des erwachsenen Thiers zu dem bessern Verständniss einiger Punkte dringend wünschenswerth erscheinen lassen. Das ungünstige Wetter während der letzten Zeit unseres Aufenthaltes setzte uns leider ausser Stande, Amphioxen zu solcher Untersuchung zu erlangen.

Die Erscheinung, welche zunächst bei der Untersuchung der jungen Thiere in's Auge fällt, und welche die gesammte Auffassung wesentlich erschwert, ist die Asymmetrie. Im erwachsenen Thiere ist dieselbe nach Johannes Müller's vortrefflicher Anatomie [3]) noch in geringem Grade am After und durch die Abwechslung in den Kiemenstäbchen; nach

---

Helgoland nicht überall Sand ist, davon überzeugt man sich nicht allein bei der Grundfischerei, sondern darüber haben auch die Badenden Gelegenheit zu klagen.

1) Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie 1852 p. 416. (Die Angabe Schultze's über das Vergrösserungsmaass seiner Abbildung beruht wohl auf einem Versehn).

2) Wie auch Joh. Müller (Berl. Monatsberichte 1851, p. 474).

3) Abhandl. d. Berl. Academie 1842, p. 79 ff.

seinen Zeichnungen (l. c. Taf. II. fig. 6) auch durch den Verlauf des untern Kiels an der vordern Körperspitze ausgesprochen. Von Kölliker ist sie für das Riechorgan, von Schultze im unreifen Zustande für das Auge erkannt worden. Es findet aber für das junge Thier die Asymmetrie eine viel ausgedehntere Anwendung. Sie besteht in ausgezeichnetem Grade für den Mund, sowie für die von uns als vordere Kiemenspalte bezeichnete Oeffnung, für den After, das Riechorgan und das Auge, welche sämmtlich auf der linken Seite liegen, dann für die Kiemenwülste, welche von der Medianlinie aus sich nach rechts und links verschieden richten und vorn aus der Mittellinie nach rechts hinübergedrängt werden, und für die noch nicht vollkommen verstandenen, schleifenförmigen Organe zwischen Mundhöhle und Kiemen. Durch die mächtige Entwicklung des symmetrisch gebauten Rückentheils wird diese Ungleichheit beim Heranwachsen des Thiers bis zu einem gewissen Grade verwischt. Maul und After rücken beinahe vollständig an die Bauchfläche und die unpaare seitliche Kiemenöffnung verschwindet.

Erst die vollständige Auffassung dieser Asymmetrie macht das genauere Verständniss des jugendlichen Baues, eine korrekte plastische Vorstellung des Thieres möglich. Untersuchungen mit starken Loupen sind dabei sehr instruktiv.

Der Bau des Thieres ist nach unseren Untersuchungen folgender:

Durch den ganzen Körper (Taf. XVIII. Fig. I.) verläuft, beiderseits gespitzt, die Chorda, deren senkrechte Scheiben sich leicht von einander lösen. Die Angaben von Müller und Schultze sind richtig und nur, wenn ein Theil der Verbindung zweier auf einander klebender Scheiben gelöst wird, entstehn Bilder, welche Quatrefages an die Zusammensetzung der einzelnen Scheiben aus einer Anzahl platter Zellen glauben machten. In Betreff der Durchschnittsfigur der Chorda gewannen wir eine Vorstellung, welche von der bisherigen abweicht. Die Chorda ist oben rinnenförmig vertieft, ihr Durchschnitt herzförmig und in ihre Rinne passt die untere Convexität der Medulla, deren Durchschnitt ein senkrechtes Oval bildet. So

stellt sich je nach der mikroskopischen Einstellung die Gränzlinie zwischen Rückenmark und Rückensaite verschieden hoch verlaufend dar und in Wirklichkeit ist der Canal des Rückenmarkes viel mehr central als es beim ersten, oberflächlichen Bilde den Anschein hat. Ueber die Form und den Bau des Markes im Allgemeinen und die Pigmentflecken im Besondern ist nichts Weiteres zu erwähnen. Hinten verläuft das Mark vollkommen bis an das Ende der Chorda und des Körpers. In dem sanft gerundeten vordern, von der Körperspitze bekanntlich entfernten, Ende des Rückenmarkes (v. Fig. 2) liegt eine kleine Höhle, eine Art Ventrikel, in welche der Rückenmarkskanal einmündet, und genau vor diesem das unpaare Auge[1]) ein schwarzer unregelmässiger Pigmentflecken, dicht unter der Hautdecke der linken Seite. Gleich darüber entdeckt man (ibid.) die Riechgrube, eine seichte, schalenförmige Vertiefung der Körperoberfläche mit lebhaft wimpernden feinen Härchen besetzt. Die Deutung Kölliker's als Riechgrube scheint nach Lage und Einrichtung in der That sehr glücklich gewählt.[2]) Sind die Wimpern unthätig oder verloren, so wird die Grube sehr schwer erkannt, und so dürfte es sich erklären, dass M. Schultze dieselbe nicht zur Anschauung bringen konnte. Ueber der Chorda verläuft (ibid.) vom vordern Rückenmarksende aus unter dem Auge hervortretend ein starker Nervenstamm, der ausser einem sehr kleinen vordersten obern Zweige, nach unten wie nach oben von drei Punkten aus starke Aeste abgiebt, welche sich wiederholt spalten. Bei den obern Aesten ist an jeder Theilungs-

1) Quatrefages beschreibt, wie die ältern Beobachter, ein doppeltes Auge und glaubt selbst eine rundliche Linse darin entdeckt zu haben. Auch lässt derselbe das Auge einem besondern Nerv. opticus aufsitzen. (Ann. d. scienc. nat. 1845. T. N. p. 222). Wir haben von alledem Nichts gesehen und können uns weiter auch mit der von Q. gegebnen Darstellung der Nervencentra keineswegs einverstanden erklären. Der oben erwähnte Ventrikel ist völlig übersehen oder doch in einer ganz andern, unsrer Ueberzeugung nach irrigen Weise gedeutet.

2) Ohne damit über die Ideen Duméril's über die Sinne der Fische, speciell der Verwendung der sogenannten Geruchshöhlen zum Schmekken abnrtheilen zu wollen. (L'Institut 1858, p. 272.)

stelle eine Ganglienzelle eingeschaltet; hier und da erschien eine solche Zelle auch als Endpunkt eines der Zweiglein,[1]) welche als Endtheilungen jener Aeste bis in die Haut verfolgt werden können. An dieser Stelle des Körpers findet man eine Wimperung der Oberfläche, welche auch sonst, bald hier bald da mit grösserer oder geringerer Deutlichkeit beobachtet werden kann. Auch zeigt die äusserste Spitze des Körpers eine besondere Anordnung der Oberhaut, welche Beziehung zu der feinern Empfindung haben mag. Statt der sonst überall deutlichen, polygonischen, fein aber scharfgekernten Epidermiszellen[2]) finden wir hier ein eigenthümliches Ansehn, wie wenn in geringen Entfernungen feine Grübchen oder Körnchen neben einander liegen. Dasselbe Bild bietet auch die mittlere Partie des oberlippenartigen Theils des Kopfwulstes vieler Antennaten und die Oberlippe der *Sagitta*. Diese Körperspitze zerreisst sehr leicht, so dass die Weichtheile zurückschnurren und die Chorda frei überragt; dabei erscheint sie je nach der Muskelthätigkeit mehr oder weniger gespitzt, so dass das Profil des Thieres, je nach diesen Verschiedenheiten ein abweichendes Ansehn darbietet.

Nach der Anordnung der Sinnesorgane und muthmasslichen höhern Sinnesnerven (nervus trigeminus?) kann man den Ventrikel am vordern Ende des Rückenmarkes mit seiner Umgebung vielleicht für eine Andeutung des Gehirns ansehn, obwohl specifische vom Marke verschiedene Gestaltung oder besondre konstituirende Elemente sich nicht nachweisen lassen.[3]) Hinter dem Ventrikel geht (ibid.) ein starker Ner-

1) Wir müssen es dahin gestellt sein lassen, ob sich auf dieses Verhalten die Angabe von Quatrefages bezieht, dass die Hautnerven von *Amphioxus* in besondre Zäpfchen ausliefen (l. c. p. 228). An andern Körperstellen wurde nichts Analoges gesehn.

2) Beim ausgebildeten Thiere gelang es früher dem einen von uns (Leuckart), in diesen Zellen dieselben Porenkanäle wieder zu finden, die derselbe bei *Ammocoetes* nachgewiesen und die in gleicher Weise auch bei *Petromyzon* und *Myxine* vorkommen. Dieselben sind jedoch bei *Amphioxus* sehr wenig deutlich.

3) Eine eigentliche, keulenförmige Anschwellung des vordern Markendes, wie Schultze sie annimmt, konnte von uns nicht aufgefunden werden.

venstamm zum vordern Mundrande hinab und verzweigt sich dort, weiterhin erhält jede Kieme, rechts wie links, ihren Nervenstamm, dessen anfänglicher Verlauf, zwischen den Muskelabtheilungen versteckt, schräg nach vorne zieht, um dann in eine senkrecht absteigende Richtung überzugehen. In gleicher Weise geht zum Munde ein stärkeres und zu den einzelnen Kiemen jederseits ein schwächeres Faserbündel vom Rücken hernieder, um sich ausgebreitet anzusetzen. Oberhalb des Rückenmarks verläuft durch die ganze Länge des Thiers hindurch ein dünner, nicht scharf markirter Kanal, der auch beim erwachsenen Thiere von Müller in der skeletbildenden Schicht gefunden wurde.

Die Anordnung der Muskeln ist hinlänglich bekannt. In der Flosse ist die Einlagerung zarter Strahlen schon bei der Flächenansicht zu erkennen (Fig. 1). Da, wo der Rand der Flosse gelitten hat und eingerissen ist, leisten die Strahlen mehr Widerstand, als die feine über sie gespannte Haut und stehen frei mit den Spitzen über die Fetzen hinaus. Unter der Chorda schien bisweilen in stark lichtbrechenden Zellen das Material zur Bildung der Knorpelstäbchen gegeben.

Aehnliche senkrecht stehende neben einander gereihte Zellen lagen bei ältern Thieren in dem Saume der Mundöffnung zu einem Ringe geschlossen. Von Mundcirrhen fand sich keine Spur.

Die besondern Schwierigkeiten, welche der richtigen Auffassung des Mundes und der Kiemen entgegen standen, konnten nur durch Beobachtung vieler Exemplare und zum Theil nur durch Lagerung der Thiere auf Rücken und Bauch bewältigt werden. Die Resultate waren überraschend. Die Zahl der Kiemen betrug (Fig. 1) 11—17, ihre Vermehrung findet hinten statt; dort liegen die unvollkommensten Kiemen, aber auch die vorderste ist durch lokale Beengung geringer entwickelt. Sie liegen an der untern Fläche des Darmes, welcher ohne Spalten über ihnen vom Munde aus nach hinten zieht, und entstehen aus und auf der Darmwand selbst, deren obere Begrenzung nahe dem untern Rande der Chorda deutlich und frei verfolgt werden kann. Eine wulstige Hervorragung in der Mittellinie der untern Darmwand bezeichnet

die erste Anlage einer Kieme und erlangt (Fig. 3) durch Einziehung der centralen Partie die Gestalt eines ringförmig geschlossenen Walles, welcher sich nach beiden Seiten an der äussern Darmwand hinauf ausdehnt. Im entwickelten Zustande liegen diese Wülste dicht einander an und die von jedem Ringe umschlossene Grube ist gleichfalls nur eine enge Furche. Der auf- und der absteigende Schenkel der einen Seite nehmen mehr die Richtung nach vorn, die der andern nach hinten; jeder Wulst faltet sich mehrfach quer und so erhält man, bei durchfallendem Lichte beide Seiten durchmusternd, schwer zu erklärende Bilder, welche leicht zu dem Glauben verleiten, dass die auf einander folgenden Kiemenwülste bogenförmig in einander übergingen. So fasste wirklich Max Schultze die Lage auf und beschrieb die Kiemen als „eine im Zickzack gebogene häutige Schnur.[1]) (Vergl. Fig. 1.) Vorn werden die Wülste dann durch die besondere Gestaltung der linken Seite nach rechts in der Art verschoben, dass nicht mehr die Mitte am tiefsten liegt, sondern die linke Umbiegung des Wulstes sich weit weniger erhebt als die rechte. Die Wülste sind mit reihenweise geordneten Wimpern, sowohl an der innern, wie an der äussern Peripherie jeglichen Ringes besetzt. Diese Wimpern sind weit länger, als die der Epidermis und der innern Darmwand, gewissermaassen einen Kamm bildend.

Sehr auffallend ist ferner der Umstand, dass dieser ganze Kiemenapparat frei nach aussen in das umgebende Wasser hinabhängt. Die dicht gedrängte Kiemenreihe ist nämlich der konvexe Boden einer Rinne, deren Seitentheile durch die beiden Seitenlappen des hier gewissermaassen gespaltenen Körpers gebildet werden. (Eine Abbildung dieser Spalte bei

1) Joh. Müller beschreibt bei dem von ihm beobachteten jungen Exemplare ($2^1/_2'''$ gross) zwei über einander angelegte Reihen von Kiemenspalten, von denen die unteren länglich und grösser, die oberen rund waren. Beide trugen Wimperschnüre. Wir beobachteten nie etwas Aehnliches und können Müller's Angabe nicht deuten. Ist dort schon eine weitere Entwicklungsstufe der Kiemenwülste zu wirklichen Spalten vorhanden gewesen?

Rückenlage des Thieres haben wir in Fig. 3 gegeben.) Die lange Spalte zwischen diesen Lappen können wir wohl als hintere Kiemenspalte bezeichnen. Sie gestattet einen freien Abfluss des Respirationswassers. Vorn und hinten wird die Spalte durch das Zusammentreten der immer mehr verstreichenden Seitenlappen begränzt. Die Seitenlappen sind hinlänglich entwickelt, um für gewöhnlich bei seitlicher Ansicht die Kiemenwülste ganz oder grösstentheils (Fig. 1) zu verdecken, so dass die freie Lage der Kiemen nicht gleich beim ersten Anblicke erkannt wird.

Wenn die Annahme richtig ist, dass aus diesen provisorischen Kiemen durch Einlagerung der Knorpelstäbchen und Durchbruch zwischen den Wülsten oder innerhalb derselben in's Darmlumen hinein die spätern Kiemen entstehn, so darf man wohl den porus abdominalis Mülleri als den Rest dieser Spalte betrachten. In der That lässt die grössere Zartheit der die Kiemenhöhle beim erwachsenen *Amphioxus* unten deckenden Membran und das in den sogenannten Bauchfalten noch bemerkliche Ueberragen der Seitenwände eine Art Ueberbrückung der jugendlichen Kiemenspalte von vorne und den Seiten her sehr annehmbar erscheinen. Möglich wäre allerdings auch ein vollständiges Schwinden dieser primären Kiemen und eine Neuentwicklung von Kiemen in viel grösserer Zahl innerhalb des bisherigen Darmkanals aber den Vorzug glauben wir dieser Ansicht a priori nicht geben zu dürfen. Die Beobachtung muss entscheiden.

Der linke Seitenlappen besitzt (Fig. 1. 2) eine in der Längsaxe verlaufende Spalte, welche Schultze sah, ohne zur Klarheit über sie zu gelangen. Sie gestattet als vordere Kiemenspalte dem Respirationswasser den Eintritt, hängt aber mit der äussern Mundöffnung so innig zusammen, dass sie nur in Verbindung mit letzterer verstanden werden kann. Da diese Theile sich abtrennen liessen, so dass der linke Seitenlappen gesondert zur Untersuchung kam, so konnte kein Zweifel über die wirkliche Natur der Seitenspalte bleiben. Die genauern Verhältnisse sind folgende (Fig. 2).

Hinter und unter dem Auge anfangend, wenig tiefer als

die untere Gränzlinie der Chorda und derselben ziemlich parallel nach hinten ziehend, bemerkt man den obern, dicken, muskulösen Rand der Spalte. Zu ihm biegt sich hinten der untere, schärfere Rand empor, aber derselbe geht nicht direkt in den obern über, sondern tritt unter ihn, so dass der obere Rand etwas schirmartig vorragt. Ein Gleiches gilt von dem vordern Theil des untern Randes, nur dass dieser noch mehr in die Tiefe seine Richtung nimmt als der hintere. Indem nun der obere Rand über die Spalte hinaus nach vorne sich fortsetzt, verschmilzt er mit dem obern Rande der gleich vor der Kiemenspalte gelegnen, ovalen Mundöffnung. So sind Mundöffnung und vordere oder seitliche Kiemenspalte nur durch eine Brücke getrennt, welche, unten in gleicher Ebene mit der äussern Körperfläche beginnend, oben sich mehr in der Tiefe ansetzt und von der schirmartig vorspringenden obern Lippe der Seitenspalte zum Theil überdacht wird. Ueber diese Brücke hinweg findet eine Kommunikation beider Oeffnungen statt. Der Eingang in die Mundhöhle ist, besonders unten, mit mächtigen Flimmerhaaren besetzt, die nach innen schlagen und, wie man bei Indigozusatz sieht, das Wasser eben so gut in den Darmkanal, wie über jene Brücke weg, gleich wie durch eine Rinne, in die seitliche am Rande durchweg mit kleinern Wimpern besetzte Kiemenspalte treiben. Der so in die Kiemenspalte geführte Strom umspült die Kiemenwülste und fliesst durch die untere Kiemenspalte, oder Bauchspalte, wieder ab. Dadurch wird die Athmung lebhafter, als es die einfache Berührung der wimpernden Kiemen mit dem Seewasser gestatten würde. Die erwähnte Brücke ist muskulös und durch ihre, übrigens nicht rhythmisch stattfindende Zusammenziehung wird die Kiemenspalte verengt und geschlossen, eine Erinnerung an die Athmung höherer Thiere. Durch solche Kontraktion wird natürlich auch der Mund verengt. Durch Aktion andrer Muskeln kann derselbe auch mehr nach vorn und unten gestellt werden, (fig. 4.) doch liegt er für gewöhnlich so seitlich, dass man frei in seine Höhle hineinsieht (Fig. 2) Der obere Theil des Bodens der Mundhöhle zeigt an der Uebergangsstelle in den Oesophagus ein

eigenthümliches Organ, gleich einem Halbbogen mit radiärer Zeichnung. Wir müssen unentschieden lassen, ob dasselbe den Anfang des Müller'schen Räderorgans darstellt, oder ob hier ein Geschmacksorgan liegt, welches bestimmt, was aus dem vorübergeführten Strome aufgenommen werden soll. Die Uebergangsstelle zwischen dem hintern Theil der Mundhöhle und dem Darmkanal ist zwar der Einschnürung fähig, aber meist so dilatirt, dass eine scharfe Gränze zwischen Mundhöhle und Darm nicht stattfindet, beide vielmehr einen einzigen Sack bilden. Der ganze Theil des Darmkanals, welcher die Kiemen trägt, darf wohl als Speiseröhre betrachtet werden, und muss dies um so mehr, wenn man im erwachsenen Thiere mit Müller die Speiseröhre noch als über die Kiemen hinausgehend betrachten will. Man findet in der That nur in seltenen Fällen Speisetheile in diesem Rohre, dessen weitere Verhältnisse der Kiemen halber schwer zu erkennen sind.

Von den letzten Kiemen an geht der Verdauungskanal (Fig. 1) ohne einen Blinddarm zu besitzen, in gleicher Weise bis zum letzten Drittel des Thieres und ist mit feinkörnigen Epitelialzellen ausgekleidet. Nachdem er hier besonders starke Wimperung gezeigt, verengt er sich zunächst ein wenig und endet dann mit einem dünnen, gestreckten Afterdarm, aus dem ein strangförmig geordneter Koth entleert wird. Der After liegt links neben der Flosse, weicht aber bei der Feinheit der letztern nur wenig von der Mittellinie des Körpers ab.

An der Stelle, wo später „die gefranzte Falte zwischen Mundhöhle und Kiemenhöhle“, sowie „der herzartige Aortenbogen“ Müller's liegen, bemerkt man auch schon jetzt (Fig. 4) zwei Organe, welche wohl nur durch weitere Verfolgung ihrer Entwicklung zu verstehen sind.[1]) Beide liegen asymmetrisch zwischen dem Grund der Mundhöhle und den ersten Kiemen-

---

1) Max Schultze sah bereits diese beiden einander dicht aufliegenden Organe, fasste sie aber, wie es scheint, als Theile eines einzigen zusammenhängenden Gebildes „von räthselhafter Beschaffenheit“ auf. Sie bilden den schwierigsten Punkt in der Anatomie des jungen *Amphioxus*.

wülsten und umfassen den Schlund von unten. Während sie links nach oben bis zur Chorda emporsteigen und unter ihr sich umbiegend nach vorn spitz auslaufen, wenden sie sich rechts, wo sie weniger ausgedehnt sind, in einem leichten Bogen nach vorne. Das vordere dieser beiden Organe bildet gewissermaassen den Boden der Mundhöhle und ist blasser, das zweite stärker gewundene ist kräftiger kontourirt und granulirt. Es enthält einen Kanal oder eine Rinne, so dass an der obern und untern Umbiegung nicht selten ein täuschendes Bild einer Oeffnung nach Aussen ensteht, welche aber nicht vorhanden ist. Zuweilen liegen in diesem Kanale einige Körnchen.

Von einem Gefässsysteme ist, wie schon Schultze hervorhebt, nicht die geringste Spur zu finden, wenn man nicht etwa jene räthselhaften schleifenförmigen Gebilde als erste Anlagen der sogenannten Aortenbögen deuten will. Ebenso wenig von einer Anlage der Geschlechtsorgane, wie denn überhaupt die ganze Leibeshöhle vollständig von dem Darmkanal in Anspruch genommen wird. Auch enthielten die Seitenwände des Körpers nicht jene später in den Bauchfalten verlaufenden Längskanäle. —

Bemerkung.

Das Interesse, welches die vorstehenden Resultate der von Leuckart und mir gemeinsam gemachten Untersuchungen zu bieten schienen, bewog mich, nachdem dieselben alsbald zum Drucke zusammengestellt waren, bei Gelegenheit der 34ten deutschen Naturforscherversammlung in Karlsruhe in der zoologischen Sektion einen Vortrag über diesen Gegenstand anzukündigen. Dasselbe geschah am folgenden Tage von Herrn Professor Meissner in der anatomisch-physiologischen Sektion. Die Verschmelzung der beiden Sektionen gab Gelegenheit zum vollständigen Austausch der Beobachtungen und Ansichten und bemerke ich darüber auf Wunsch des Herrn Professor Meissner, welcher vorläufig keine Veröffentlichung beabsichtigt, das Folgende: „Meissner hat in Helgoland bereits vor vier Jahren die vordere Kiemenspalte und das Freiliegen der Kiemen am Bauche beobachtet. Nach seinen Untersuchungen entstehen die Kiemen beiderseits und wachsen einander entgegen, stehen auch in dem von Schultze gezeichneten Zusammenhang. Ausser dem starken Nervenstamme geht vor dem Rücken-

marke ein sattelförmig auf der Chorda aufsitzendes Gehirn bis an die Spitze des Körpers. Es würde misslich sein, genauer auf Ansichten einzugehen, die nur mündlich vorgetragen wurden. Nur soviel hierüber. Steht einerseits durch solche Beobachtung Einiges, und wohl das Interessanteste, aus unsern Mittheilungen doppelt fest, so bleiben doch ausserordentliche Differenzen. Meissner konnte keinen Mund erkennen, und wir sind sehr weit von seiner Auffassung des Gehirnes und der Kiemen entfernt. Meissner sprach die Vermuthung aus, dass einige Differenzen wohl durch den verschiedenen Zeitpunkt der Beobachtung erklärt werden dürften, da seine entscheidenden Beobachtungen in den Oktober fielen, aber seine Amphioxen hatten dieselbe Grösse und Kiemenzahl wie die unsrigen. Für das Identische in unsern Beobachtungen aber können wir nur bedauern, dass so wichtige Thatsachen der Oeffentlichkeit so lange vorenthalten wurden. Bei jener so überaus reichen Versammlung war es möglich von ältern Beobachtern die Herren Rathke, Kölliker und Schultze persönlich zu Rathe zu ziehen.

Heidelberg, 23 September 1858.

Pagenstecher.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Junger *Amphioxus* in Profilzeichnung. 70mal vergrössert.

Fig. 2. Vorderes Kopfende desselben mit Sinnesorganen, Mundöffnung und seitlicher Kiemenspalte.

Fig. 3. Untere und hintere Kiemenspalte mit Kiemenapparat zwischen den Seitenlappen, bei Rückenlage des Thieres.

Fig. 4. Schleifenförmige Organe.

Die drei letzten Abbildungen bei 140maliger Vergrösserung.

Pilidium.

Die Larve einer Nemertine.

(Taf. XIX.)

Ueber die endlichen Schicksale des schönen, bekanntlich zuerst von Joh. Müller (1847) auf Helgoland entdeckten *Pilidium* herrscht noch immer einiges Dunkel. Während Busch bemüht ist (Beobachtungen über Anatomie und Ent-

wicklung 1851, S. 107), dasselbe zu einer Echinodermenlarve zu stempeln, glaubt Gegenbaur auf Grund zweier Beobachtungen (Zeitschr. für wissensch. Zoologie V. 1853, S. 346), „dass im Innern des *Pilidium*, vielleicht analog mit gewissen Asteridenlarven, ein andres Thier sich entwickelt (aufammt).“ In derselben Weise hat sich Krohn, der schon im Jahre 1851 wusste, dass im Innern unsres Thieres sehr häufig „ein wurmförmiges oder turbellarienartiges Wesen“ vorkomme (Archiv für Anat. u. Physiologie 1856, S. 78), und schon damals an einen genetischen Zusammenhang dieser beiden Thiere dachte, neuerlich mit aller Entschiedenheit dahin ausgesprochen, „dass das *Pilidium* eine Nemertine erzeuge und sonach die Bedeutung einer Amme habe.“ J. Müller verwirft die Ansicht von Busch über die Echinodermennatur des *Pilidium*, ist andrerseits eben so wenig geneigt, die Beziehungen der Nemertine zu dem *Pilidium*, die ihm gleichfalls schon seit 1851 bekannt waren, unter dem Gesichtspunkt des Generationswechsels aufzufassen. Der Aufenthalt der letztern im Innern des *Pilidium* macht auf ihn „den Eindruck einer besuchten und verlassenen Herberge, welche der weit offene Eingang in den Magen des *Pilidiums* gewährt. (Ebend. 1854, S. 81.) Es scheint allerdings, dass J. Müller nach spätern Untersuchungen diese seine Ansichten geändert hat; er spricht sich wenigstens nach einer Bemerkung von Krohn im Herbste 1854 gegen diesen brieflich dahin aus, dass gewisse neuere Beobachtungen „der Ansicht vom Generationswechsel dieser Thiere günstig seien“ (a. a. O. S. 289 Anm.), allein bestimmtere Angaben fehlen.

Die Gründe, die Krohn für seine Behauptung, dass die Nemertine im Innern des *Pilidium* entstehe und sich entwickle, anführt, beruhen auf der Beobachtung, dass erstere nicht in dem Magen des *Pilidium*, sondern in einer eignen überall abgeschlossenen Höhle liege, dass sie ferner im Umkreis des Mundes mit ihrem Wirthe in festem Zusammenhang stehe, und nach völliger Reife den Körper desselben durchbreche.

Leider ist es Krohn nicht gelungen, die Entwicklung der Nemertine im Innern des *Pilidium* zu beobachten und da-

durch die Richtigkeit seiner Auffassung außer Zweifel zu stellen. Die Vermuthung, „dass der Wurm schon früher, ehe noch das *Pilidium* seine völlige Ausbildung erreicht habe, angelegt werde,“ kann diese Lücke nicht ausfüllen.

Trotzdem aber ist die Behauptung von Krohn vollkommen richtig. Wir sind nicht bloss im Stande, die einzelnen Angaben desselben vollständig zu bestätigen; wir haben auch die Entwicklung der Nemertine im Innern des *Pilidium* Schritt für Schritt verfolgt und dadurch Einsicht in einen Vorgang gewonnen, dem bis jetzt nur die wundersame Entwicklung der Echinodermen als analog an die Seite gesetzt werden kann.

Während unsers Aufenthalts in Helgoland kamen zwei Formen von *Pilidium* zur Beobachtung. Die eine war das bekannte, von J. Müller so trefflich abgebildete *P. gyrans* Müll. (Arch. für Anat. und Physiol. 1847, Taf. VII.), die andere eine neue, von *P. gyrans* und den verwandten mittelmeerischen Formen sehr auffallend verschiedene Art, die wir hier (Taf. II. Fig. 1.) als *P. auriculatum* aufführen wollen.[1]) Wenn man die erstere Form ganz passend mit einem Fechterhute verglichen hat, dessen Schirm mit vier grossen Klappen versehen ist, einer vordern, einer hintern und zwei seitlichen, dann kann man unser *P. auriculatum* mit Recht einem Helme ohne Visir und Aufsatz vergleichen. Vorderer und hinterer Lappen sind hinweg gefallen; sie werden durch die entsprechenden Ränder des glockenförmigen Körpers vertreten, während die seitlichen Klappen auf ein paar kurze und schmale ohrförmige Fortsätze reducirt sind, die hinter der Mitte und den Seitenrändern hervorwachsen und in unbedeutender Krümmung nach vorn und unten zu gebogen sind. Die Wimperschnur hat unter solchen Umständen natürlich eine nur geringe Entwicklung; ein Umstand, der sich auch darin ausspricht, dass unser Thier eine sehr viel langsamere Bewegung hat, als das in lebhaften Kreisen umherziehende *P. gyrans*. Dazu kommt, dass auch der Wimperbusch auf dem Scheitel

1) Aehnliche Formen scheinen übrigens auch Busch (a. a. O. Taf. XVI. Fig. 1 und 2.) und Krohn (a. a. O. S. 292) gesehen zu haben.

von *P. gyrans* hier nur durch einen dünnen Schopf von kurzen Härchen vertreten ist. Der Leib unsers *P. auriculatum* ist hell und durchsichtig, wie der einer Qualle oder *Noctiluca*, mit welcher letzterer dasselbe mit unbewaffnetem Auge um so eher verwechselt werden kann, als der undurchsichtige Magen das Licht in ähnlicher Weise reflectirt, wie der Kern der Noctilucen. Die grossen Pigmentflecke, die bei *P. gyrans*, besonders in ältern Exemplaren (Fig. 8) an dem Rande der Schirmlappen vorkommen und augenblicklich den Charakter des kreisenden Thieres verrathen, scheinen bei *P. auriculatum* beständig zu fehlen, dafür aber enthalten hier die einzelnen grossen und eckigen, scharf contourirten Epidermiszellen neben dem Kerne noch eine Menge kleiner Körnchen, die möglichen Falles den Körnern jener Pigmentflecke analog sind.[1])

Uebrigens kam das *Pilidium auriculatum* während unsers Aufenthalts in Helgoland so selten vor, dass wir über die Metamorphose desselben keine fortlaufende Entwicklungsreihe zusammenstellen konnten. Was wir über Nemertinenentwicklung im *Pilidium* mitzutheilen haben, bezieht sich demnach zumeist auf *P. gyrans*. Auch der ausgebildete *Nemertes* des *P. auriculatum* ist uns unbekannt; wir wissen nur so viel, dass die einzelnen von uns beobachteten Wesen der Metamorphose von *P. auriculatum*, in keinerlei auffallenden Weise von der Nemertesentwicklung des *Pil. gyrans* verschieden sind.

Ueber den Bau des *Pilidium gyrans* haben wir nach den Bemerkungen Krohn's nur wenig Neues mitzutheilen. Die Hauptmasse des Pilidiumkörpers besteht aus derselben hyalinen Zellgewebemasse, die unter den Larvenformen niederer Wirbelloser (Echinodermen, Anneliden, Coelenteraten) so weit

---

1) Das verhältnissmässig späte Auftreten dieser p. Pigmentflecke macht es bis zum bestimmten Grade wahrscheinlich, dass dieselben excrementitieller Natur sind, doch fehlt uns für diese Annahme ein direkter Nachweis. Ein specifisches Pigment ist damit nicht verbunden, denn die helle, mehr weisslich als gelbe Färbung derselben erscheint einfach als Folge einer Zusammenhäufung zahlloser kleiner Körperchen.

verbreitet ist. Sie wird nach verschiedenen Richtungen von Fasersträngen durchsetzt, die eine vorzugsweise muskulöse Beschaffenheit haben und durch ihre Contractionen mannichfache Veränderungen des Körpers hier herbeiführen, Veränderungen, die nach dem Aufhören der Muskelthätigkeit durch die Elasticität des Parenchyms wieder ausgeglichen werden.

Die bedeutendsten dieser Muskelstränge sind die schon von J. Müller gesehenen Fäden, die (Fig. 2 u. 8.) von dem vordern Rande der beiden Seitenlappen jederseits zum Scheitel emporsteigen und sich unter bandförmiger Verästelung hier an die schüsselförmige Verdickung der äusseren Bedekkungen ansetzen, in welcher der sg. Federbusch eingepflanzt ist. J. Müller hielt diese beiden Faserzüge für Nerven; man kann sich jedoch, wie auch Krohn hervorhebt, durch unmittelbare Beobachtung leicht von ihrer muskulösen Natur überzeugen.[1]) Uebrigens ist es immerhin möglich, ja sogar wahrscheinlich, dass diese Stränge auch zugleich nervöse Elemente in sich einschliessen. Wir haben wenigstens einmal gesehen, dass die kräftig schwingenden Cilien des Federbusches in demselben Momente stillstanden, als die betreffenden Stränge von dem durchbrechenden Nemertes zerrissen wurden.[2]) Aehnliche Stränge, nur zahlreicher und stärker, besonders an der Peripherie, verästelt, finden sich auch (Ibid.) in den Seitenklappen, und zwar wie es scheint, auf beiden Flächen, der innern und äussern, so dass man die verschiedenen Stellungen dieser Klappen leicht aus der wechselnden Thätigkeit

1) Gleiches gilt auch von den zwei seitlichen „Bändern", die bei der schönen Actinotrocha von der Bauchseite emporsteigen und in der Mitte des „Schurzes" sich inheriren. (Vgl. Wagener, Arch. für Anat. 1857. S. 204. Fig. I., II.).

2) In andern Fällen sind solche Stränge entschieden nervös. So z. B. bei einer in Helgoland von uns beobachteten, schönen und grossen (Cels.) ganz durchsichtige Annelidenlarve vno scheibenförmiger Gestalt, deren Scheitelfläche in der Mitte ein unverkennbares Ganglion trug, von dem zwei Seitenfäden nach der Bauchfläche herabliefen. Die Oberfläche des Hirnganglions trug hier zwei Augenflecke und zwei helle, mit einem kernartigen Körper versehene Bläschen, vielleicht Gehörorgane.

dieser Muskellagen ableiten kann. Vordere und hintere Klappen sind dagegen mit nur wenigen Fasern durchzogen; sie sind viel weniger beweglich, als die Seitenklappen und überhaupt (wie auch besonders *P. auriculatum* zeigt) mehr als schirmförmig vorspringenden Ränder des glockenförmigen Leibes, denn als selbstständige Anhangsorgane anzusehen.

Die ganze Oberfläche des Körpers ist auch bei *P. auriculatum* mit zarten Flimmerhaaren bedeckt, die den frühern Beobachtern entgangen sind. Sie sitzen unmittelbar auf dem Pflasterepithelium, welches die äussere Begrenzschicht der hyalinen Körpersubstanz bildet und an den Rändern der vier Lappen auch die bekannte rädernde Wimperschnur trägt. Am deutlichsten sind sie an der Oberfläche des Hutes, zwischen Wimperschnur und Federbusch. Die Wimperschnur der vordern und hintern Klappe greift über die der Seitenklappe eine Strecke weit hinüber, und ist somit klar, dass die Seitenklappen nicht genau von dem Rande, sondern von der Innenfläche des Hutes ihren Ursprung nehmen und unter dem Rande hervortreten. In der That ist auch die Entfernung einer Seitenklappe von der andern wesentlich geringer als der Querdurchmesser des darüber liegenden Körpers. Dass diese Seitenklappen ausser der die Ortsbewegung vermittelnden mächtigen Wimperschleier auf der Innenfläche noch einen zweiten, von grössern Flimmern gebildeten Reif tragen, der die Nahrungszufuhr vermittelt ist, schon in den neuesten Mittheilungen von Krohn (a. a. O. S. 290) hervorgehoben.[1]) Diese Flimmerreifen sitzen (Ibid.) an der Innenseite des wulstig verdickten Randsaumes, sind also in einer der Wimperschnur genau entsprechenden Weise angeordnet, aber ihre Haare schlagen nach innen und stehen niemals über den Rand

1) Aehnliche Einrichtungen giebt es auch bei andern Larven mit locomotiven Wimperreifen, besonders bei Annelidenlarven. Bei der oben erwähnten Larve finden sich unter dem peripherischen Wimperkranze noch zwei andere schwächere Flimmerreifen, die eine Rinne zwischen sich machen, in der am Vorderende der Mund gelegen ist. Alles was durch die Thätigkeit dieser beiden Wimperreifen in die Rinne eingetrieben wird, gelangt schliesslich in den Mund.

der Seitenklappen nach aussen hervor, wie die Cilien der ortsbewegenden Wimperschnur. Der hintere Schenkel dieses Flimmerreifens geht von der Basis der Seitenklappen auf die Unterfläche des Körpers über und lässt sich hier bis in den Schlund hinein verfolgen.

Eine eigentliche scharf begrenzte Mundöffnung kann man bei *P. gyrans* kaum unterscheiden. Dafür aber ist (Fig. 2) der ganze zwischen den Seitenklappen gelegene Theil der untern Körperfläche nach oben zu vertieft und in einen trichterförmigen Hohlraum verwandelt, der sich schliesslich in den Oesophagus und durch diesen in den kugligen Magen hinein fortsetzt. Die Basaltheile der Seitenklappen sind dabei einander so stark angenähert, dass die Breite dieses Mundtrichters ungefähr nur ein Drittheil seiner Länge beträgt. (Bei *P. auriculatum*, das an seiner untern Fläche eine sehr viel beträchtlichere Breite besitzt, fehlt ein solcher Mundtrichter. Kaum dass derselbe durch eine flache Vertiefung angedeutet ist. Der Oesophagus mündet hier zwischen den Vorderrändern der Ohrfortsätze durch eine klaffende Mundöffnung nach Aussen.)

Der Magen liegt beständig (Fig. 1 u. 2) in der einen Hälfte des Körpers, und zwar der Unterfläche angenähert. Wir bezeichnen diese Hälfte als die hintere und dürfen das wohl um so bestimmter thun, als sie später auch das Hinterleibsende der *Nemertes* in sich einschliesst. Wie schon oben erwähnt wurde, hat der Magen eine kugelige Form. Er trägt im Innern eine dicke, gelb gefärbte Zellenlage, deren starke Flimmerung schon von den frühern Beobachtern hervorgehoben wurde. Besonders bei ältern Individuen sieht man darin meist auch eine Anzahl von Fetttröpfchen und schwarzen Pigmentkörnern. Ein Mastdarm und After fehlen. Der Oesophagus mündet am vordern Ende und wird von einem ziemlich kurzen cylindrischen Rohre gebildet, welches bogenförmig nach unten herabsteigt und ungefähr in der Längsachse des Körpers mit dem obern Ende des Mundtrichters ohne deutliche Grenzen sich vereinigt. Die Wandungen des Oesophagus scheinen von muskulöser Beschaffenheit zu sein, tra-

gen aber auf der Innenfläche gleichfalls Wimpern, wie die Drüsenwandungen des Magens, während der Mundtrichter, wie schon erwähnt worden, sie nur auf seiner hintern Fläche zu zeigen scheint, da, wo die Flimmerreifen der Seitenlappen in denselben eintreten. Auch auf der Magenwand dürfte übrigens der Muskelüberzug nicht fehlen; man sieht an derselben wenigstens mitunter dieselben zuckenden Zusammenziehungen, wie am Oesophagus.

Zur Untersuchung dieser Verhältnisse eignen sich besonders solche Exemplare von *Pilidium*, in denen der *Nemertes* entweder noch gar nicht zur Anlage gekommen oder doch wenigstens noch nicht sehr weit entwickelt ist. Solche Exemplare sind freilich selten und z. B. J. Müller bei seinen ersten Untersuchungen gar nicht vor Augen gekommen, wesshalb dieser denn auch zu der Bemerkung sich gezwungen sah, dass ihm der innere Bau unseres *Pilidium* nicht gehörig klar geworden sei. Der von Müller gesehene und gezeichnete „Wulst," der den Eingang in die Magenhöhle umgiebt, ist aber nichts Anderes, als der in seiner Entwicklung bereits weit vorgeschrittene *Nemertes*.

Wir wollen übrigens auch uns gar nicht rühmen, dass die Verhältnisse gleich von Anfang an uns verständlich gewesen seien. Es hat im Gegentheil einer langen und fortgesetzten, immer wieder von Neuem begonnenen Untersuchung, es hat auch vieler vergeblicher Erklärungsversuche bedurft, bevor wir, durch Vergleichung und Combination der einzelnen Entwicklungszustände und Bilder den Vorgang erfassten. Es würde nicht rathsam sein, dem Leser den ganzen Entwicklungsgang unserer Erkenntnisse hier vorzuführen; wir wollen uns mit einer mehr dogmatischen Darstellungsweise begnügen.

Der *Nemertes*, um mit wenigen Worten das Hauptresultat unserer Beobachtungen zur leichten und besseren Orientirung vorauszuschicken, entsteht im Innern des *Pilidium*, indem er zunächst mit seiner Bauchfläche zu den Seiten des Mundtrichters so wie unterhalb des Verdauungsapparates angelegt wird, den letzteren immer mehr umwächst und schliesslich völlig in sich aufnimmt. Oesophagus und Magen des *Pilidium* wer-

den auf solche Weise zum Oesophagus und Magen des *Nemertes*, dessen Kopfende beständig nach vorn zu gerichtet ist. Wie der Seeigel oder Seestern, so nimmt also auch der *Nemertes* in der Körpersubstanz seiner Larve zwischen Darmwand und äusserer Leibeshülle oder, wenn man lieber will, im Umkreis der erstern an seinen Ursprung. Ist derselbe völlig entwickelt, so durchbricht er das bis dahin noch immer unveränderte *Pilidium*, um dann ein selbständiges Leben zu beginnen, während das *Pilidium*, d. h. die äussere darm- und magenlose Hülle der frühern Larve, zu Grunde geht.

Hat man diese Entwicklungsweise einmal erkannt, dann ist es eben nicht allzu schwer, die einzelnen Ansichten zu deuten, obgleich die Bildung und der Bau der Nemertesorgane noch immer mancherlei Eigenthümlichkeiten besitzen. Was das Verständniss noch weiter trübt, ist der Umstand, dass der *Nemertes* nicht gestrckt im Innern des *Pilidium* liegt, sondern in Uebereinstimmung mit den räumlichen Verhältnissen sich zusammenknäuelt und das noch dazu in einer diagonalen Richtung, so dass die Symmetrie in hohem Grade gestört ist.

Uebrigens darf man nicht meinen, dass die Entwicklung des *Nemertes* im Innern des *Pilidium* in allen Fällen genau mit der Grösse des letztern parallel geht. Wir haben Pilidien gesehn, die trotz ihrer unbedeutenden Grösse (0,7 Mm.) bereits einen völlig oder fast völlig ausgebildeten *Nemertes* enthielten und andrerseits auch unter den grössesten Exemplaren (0,9 Mm.) einzelne gefunden, bei denen eben erst die frühesten Anfänge der spätern Metamorphose zu erkennen waren.

Ueber die Art und Weise wie diese ersten Anlagen des Nemerteskörpers geschehen, wollen wir noch später einige Bemerkungen mittheilen. Bei unserer jetzigen Darstellung legen wir ein etwas späteres Stadium zu Grunde, jenes Stadium, an dem bereits die Bauchfläche unseres Wurmes entwickelt ist. Diese Bauchanlage hat (Fig. 2) eine nacheuförmige Gestalt und ist mit ihrer Concavität nach oben, dem Scheitel zu gerichtet. Die untere convexe Fläche liegt der

äussern Körperhaut des *Pilidium* an und zwar der Art, dass sie mit ihren Seitentheilen den Mundtrichter umfasst und mit ihrer hintern Hälfte unter den Magengrund sich hineinschiebt, denselben mehr oder minder tief in ihre nach oben sehende Concavität aufnehmend. Der nachenförmige Körper umgiebt auf diese Weise den Mundtrichter; man kann sich gewissermaassen vorstellen, dass derselbe aus zweien Blastemstreifen zusammengesetzt werde, einem rechten und einem linken, die sich zu den Seiten des Mundtrichters „wulstartig" entwickelt hätten und an den Enden desselben und über ihn hinaus zu einer gemeinschaftlichen Masse mit einander verschmolzen wären. Die histologischen Elemente dieser Masse sind von denen des *Pilidium* sehr auffallend verschieden; sie bestehen aus kleinen Kernzellen, die ohne merkliche Bindesubstanz zusammengehäuft sind und deshalb denn auch vollkommen undurchsichtig erscheinen.

Die beiden Seitentheile dieses nachenförmigen Körpers zeigen (Ibid.) einen starken und napfartigen, runden Vorsprung mit einer lichten Grube im Innern, die auf spätern Stadien noch deutlicher ist und dann durch eine Bekleidung mit stark wimpernden Flimmerhaaren auffällt. Diese Grube ist aller Wahrscheinlichkeit nach in den Mundtrichter geöffnet und repräsentirt die erste Anlage der spätern Flimmerkanäle.

Das nach vorn gekehrte Ende des nachenförmigen Körpers ist (Ibid.) beträchtlich dicker und massiger, als das hintere, welches den Magengrund umfasst und eine Strecke weit auf der Oberfläche desselben hinläuft, ohne dass man mit Bestimmtheit seine jeweiligen Grenzen angeben könnte. Die Anlage des Nemertesleibes erscheint somit fast keulenartig. Einstweilen aber ist dieses vordere, kopfförmig verdickte Ende noch ohne weitere Auszeichnung. Nur ein kleiner heller Fleck von dunkler Contour umgeben, wie eine wallartig gesäumte Grube, macht sich bisweilen in der Tiefe bemerkbar.

Die nächsten Veränderungen bestehen (Fig. 3) darin, dass das vordere Ende der nachenförmigen Anlage unter gleichzeitiger Massenzunahme sich stärker emporkrümmt und hinter dem vordern, aufgewulsteten Rande aus der Tiefe der

Concavität ein ziemlich dickes Zäpfchen hervortritt, welches sich bald, wie es scheint, um ein beträchtliches verlängert und dann als ein hohles Rohr erscheint, das auf der Rückenfläche des Mundtrichters allmählich bis zum Magen des *Pilidium* emporsteigt und auch auf diesem noch eine Strecke weit sich fortsetzt (Fig. 4—6). Wahrscheinlicher Weise ist dieses Rohr die weitere Entwickelung des schon auf dem vorhergehenden Stadium erwähnten Ringwalles. Ueber seine Bedeutung kann nach unsern Beobachtungen kein Zweifel sein; es ist der Rüssel unserer Nemertine. Freilich erkennt man das mit Bestimmtheit erst in einer spätern Zeit, wenn der Rüssel sich auf der Oberfläche des Magens vielfach schlängelt[1]) und in dichte Windungen zusammenlegt (Fig. 7—9), ohne jedoch jemals mit demselben in eine andere Beziehung als die der benachbarten Lage zu treten.

Während der Entwicklung des Rüssels hat sich das Kopfende des *Nemertes* immer stärker emporgekrümmt und der vordern Fläche des Pilidiumdarmes allmählich angenähert (Fig. 4—6). Gleichzeitig ist auch das hintere Ende des *Nemertes*, das dicht auf der äussern Magenhaut des *Pilidium* liegt, beträchtlich gewachsen. Es erscheint (Ibid.) als eine Blastemschicht von mässiger Dicke, die sich am Blindsack des Magens allseitig, wie eine Kappe, hinaufzieht und auf der Oberfläche desselben bis in die Nähe des hintern Rüsselendes verfolgt werden kann (Fig. 5—6). Bei näherer Untersuchung überzeugt man sich sogar von der Anwesenheit einer dünnen Membran, die oberhalb des Rüssels hinläuft und die Ränder des Kopfendes mit denen des Schwanzendes verbindet; man überzeugt sich mit andern Worten davon, dass der frühere

1) Offenbar hat schon Gegenbaur diesen Rüssel auf einer ziemlich frühen Entwicklungsstufe gesehen (G's. „Sförmig gewundener Schlauch)", ohne aber seine Natur und Beziehung zur Nemertesentwickelung zu erkennen. A. a. O. S. 346. (Der zweite, im Innern flimmernde Schlauch, dessen G. Erwähnung thut, ist unstreitig der Oesophagus des *Pilidium*, dessen Organisation überhaupt nur sehr unvollkommen erkannt wurde. Ganz irrthümlich ist u. a. die Angabe, dass Mund und Darm der frühern Stadien jetzt abwesend sei)

nachenförmige Primitivstreif jetzt den ganzen Darmapparat umwachsen hat. (Ibid.)

Um diese Zeit beginnt auch eine stärkere Sonderung des *Nemertes* von dem Körperparenchym des *Pilidium*. Allerdings ist die äussere Begrenzung desselben von Anfang an eine scharfe gewesen, allein nichts desto weniger erschien der Körper des neugebildeten Wurmes doch bisher immer nur als eine Einlagerung in die Substanz des ursprünglichen Thieres. Nach der Umwandlung der nachenförmigen Anlage in eine geschlossene Hohlkugel weicht nun aber das Parenchym des *Pilidiums* eine Strecke weit von der Oberfläche des *Nemertes* zurück, so dass der letztere jetzt (Fig. 7—9) im Innern eines eigenen Hohlraumes gelegen ist, in einer Leibeshöhle, von der freilich auf den früheren Stadien keine Spur vorhanden war. Am deutlichsten ist diese Leibeshöhle oberhalb des Wurmes über jener dünnen Verbindungshaut, die wohl als erste Anlage der Rückenfläche zu betrachten ist. Die stark convexe untere Fläche des Wurmes liegt meist dicht an der Wand der Leibeshöhle und treibt diese nicht selten sogar in Form einer buckelförmigen Wölbung zwischen den Basaltheilen der Seitenklappen nach Aussen hervor.

Es ist oben bemerkt worden, dass sich der Rüssel unseres *Nemertes* hinter dem aufgewulsteten Rande des Kopfendes aus der Tiefe der Concavität erhebe. Die Ursprungsstelle des Rüssels liegt übrigens (Fig. 5, 6) in einiger Entfernung von diesem Rande, ungefähr in der Mitte zwischen ihm und den seitlichen Flimmergruben. Von da läuft der Rüssel anfänglich auf dem Boden des Primitivstreifens, also ziemlich parallel mit der Profilcontour des Kopfendes, bogenförmig nach vorn und oben, um dann schliesslich, wie erwähnt, hinter dem wulstigen Kopfende nach Aussen hervorzutreten. Man sieht, wie auffallend sich diese Verhältnisse von der spätern Lage des Nemertinenrüssels unterscheiden. Während derselbe bei dem ausgebildeten *Nemertes* gradeswegs von vorn nach hinten verläuft, bildet er einstweilen mit der Bauchfläche des Wurmes einen stumpfen Winkel. Doch so verhält es sich nur in der ersten Zeit der Entwickelung. Sobald der

Rüssel auf der vordern Fläche des Magens angekommen ist, gehen (Fig. 7) mit dem vordern Kopfende des Wurmes eine Reihe von Veränderungen vor, die eine andere Stellung des Rüssels zur Folge haben, und den Insertionswinkel desselben allmählich in einen rechten und später sogar in einen spitzen verwandeln. Eine vollständige Streckung des Rüssels geschieht jedoch erst bei der Geburt, wenn der bis dahin zusammengerollte Leib des *Nemertes* sich entwickelt.

Die eben erwähnten Veränderungen des Kopfendes stehen, wie es scheint, zunächst und vorzugsweise mit der Entwickelung des Hirnes im Zusammenhange. Die Bauchwand des Kopfendes, die sich von Anfang an durch eine ganz ansehnliche Dicke vor den übrigen Theilen der Nemertesanlage ausgezeichnet hatte, erhebt sich auf ihrer concaven Oberfläche (Fig. 5, 6) rechts und links, vor der Rüsselbasis, zu einem ansehnlichen oblongen Wulste, der nach Lage und Gestalt nur die erste Anlage der Hirnganglien sein kann. Je mehr sich diese Wülste entwickeln, desto mehr ebnet und streckt sich das Kopfende. Es entfernt sich mit seinem Rande immer mehr von dem Rüssel, der ursprünglich dicht dahinter zum Vorschein kam und verwandelt sich schliesslich in einen ziemlich platten und schaufelförmigen Fortsatz, der (Fig. 7—9) mit dem Rüssel einen ziemlich rechten Winkel bildet und nach hinten allmälich in die übrige gekrümmte Bauchfläche des *Nemertes* übergeht. Es fällt das ungefähr in jene Zeit, in welcher der Rüssel sich mit seinem äussern Ende zu schlängeln beginnt (Fig. 7). Um dieselbe Zeit bemerkt man auch die ersten Spuren einer weitern organologischen Sonderung in der Bauchwand. Man sieht, wie die Masse der Körperwand, und zwar zunächst (Ibid.) die vordere Hälfte derselben, in zwei Schichten zerfällt, eine äussere dünnere, die Epidermis, und eine untere, dickere, die sich vielleicht als Muskelschicht bezeichnen lässt; man sieht auch vor den beiden Hirnwülsten ein Paar Pigmentflecke, die zwei Augen unseres *Nemertes*.

Diese Umwandlungen des Kopfes müssen natürlich auch auf die Bildung der dünnen Rückenhaut, so weit diese sich

an die Ränder des primitiven Kopfwulstes ansetzte, influiren. Sobald das Kopfende des *Nemertes* durch Streckung und Abflachung seine spätere Gestalt gewonnen hat, erkennt man auf der Rückenfläche desselben eine Scheiteldecke, die sich brückenartig über die Hirnwülste ausspannt und von da in einem fast rechten Winkel sich erhebend (Fig. 7) auf die Rückenfläche des Rüssels übergeht. Kein Zweifel, dass diese Scheiteldecke aus dem vordern Theile der frühern dünnen Rückenhaut hervorgegangen ist. Ein heller Raum, der unter derselben zwischen den beiden Hirnwülsten gefunden wird, erscheint als vorderer Theil der späteren Rüsselhöhle, die an der Spitze des Kopfendes schliesslich (als Rüsselöffnung) nach Aussen hindurchbricht.

Wir haben eben erwähnt, dass die definitive Bildung des Kopfendes bei unserm *Nemertes* durch Streckung und Abplattung des ursprünglichen Blastemes herbeigeführt werde. Diese Vorgänge bleiben nun aber nicht auf das Kopfende beschränkt, sondern setzen sich von da nach hinten auch weiter auf die Bauchfläche des Leibes fort, nur dass die Streckung hier, der beschränkten räumlichen Verhältnisse wegen, nicht so vollständig geschehen kann, als an dem Kopfende. Die nächste Folge dieser Veränderungen ist eine Einschnürung des Mundtrichters, der die Bauchwand des *Nemertes* Anfangs (Fig. 2—6) in einer langen Spalte durchsetzt hatte, jetzt aber (Fig. 7) unter dem Drucke seiner nächsten Umgebung sich zu einer verhältnissmässig nur engen ovalen Oeffnung verkleinert. Was oberhalb dieser Oeffnung in dem Innern des *Nemertes* liegt, ist der frühere Oesophagus des *Pilidium*, der noch immer, wie auch der Magensack, im Wesentlichen die frühern Verhältnisse darbietet, nur dass der letztere sich allmählich etwas abgeplattet und nach hinten zipfelförmig verlängert hat (Fig. 8, 9). Der oberhalb des Oesophagus und Magens gelegene Rüssel, der um diese Zeit eine bereits sehr ansehnliche Länge besitzt, zeigt nicht selten peristaltische Bewegungen, die von den zuckenden Contractionen des Darmapparates ganz unabhängig sind. Wir brauchen wohl kaum zu bemerken, dass die von der Bauchwand umfasste Stelle

des Mundtrichters die spätere Mundöffnung des *Nemertes* darstellt.

Zur Zeit der ersten nachenförmigen Anlage des *Nemertes* beobachtet man in den Seitentheilen desselben rechts und links, wie oben erwähnt ist, einen runden oder scheibenförmigen Zapfen, der einen flimmernden Hohlraum im Innern einschliesst (Fig. 2). Es wurde damals die Vermuthung geäussert, dass dieser Hohlraum mit dem Mundtrichter communicire. So viel ist jedenfalls gewiss, dass der Wulst, der denselben in sich einschliesst, dem Mundtrichter anliegt. Während der spätern Entwicklung tritt dieser Wulst immer mehr und mehr zurück; es scheint, als wenn die Masse desselben mit den übrigen Theilen der Bauchwand allmählich bis zu einem gewissen Grade verfliesse. Diese Veränderung ist aber nicht die einzige, welche mit den beiden Wülsten vor sich geht. Während der Abplattung der Bauchwand verlieren dieselben auch ihre frühere geneigte Stellung; sie nehmen allmählich eine Horizontallage an und rücken schliesslich (Fig. 7—9) in die Ebene der Bauchfläche, wo sie sich zu den Seiten des Mundes noch bei dem ausgeschlüpften Thiere auffinden lassen (Fig. 10).

Der flimmernde Hohlraum, den diese Wülste einschlossen, hat sich inzwischen immer mehr (Fig. 5, 6) zu einem Canale verlängert, der von seiner Ursprungsstelle in diagonaler Richtung nach vorn und aussen läuft und am Rande des Kopfes, dicht hinter den Ganglien mit einer Oeffnung ausmündet. Diese zweite, vordere Oeffnung (Fig. 7—10) ist die schon seit längerer Zeit bekannte Oeffnung des sg. Wassergefässsystems, als dessen centraler Theil sich der betreffende Canal jetzt zu erkennen giebt. Die Oeffnung zeigt dieselbe starke Flimmerbewegung, die an dem hintern centralen Ende des Canals schon früher nachgewiesen werden konnte. Bei weiter entwickelten, reiferen Exemplaren sieht man (Fig. 8, 9) jederseits vor dieser Oeffnung bis zur Spitze des Kopfendes eine Rinne hinziehen, die von ein Paar schmalen Lippen begrenzt wird und sich durch Lage und stärkere Flimmerung als die bekannte sg. Wimperrinne (foveola) der Nemertinen zu er-

kennen giebt. Um diese Zeit ist auch der übrige Körper des *Nemertes* mit deutlichen Flimmerhaaren überzogen; die äussere Körperhaut zeigt sich in ganzer Ausdehnung, auch auf den Rücken, verdickt, die Muskelschicht zu kräftiger Zusammenziehung befähigt.

Das *Pilidium* kreist noch immer in alter gewohnter Weise, während im Innern ein neues Leben erwacht ist. Der junge *Nemertes* (Fig. 8) reckt und streckt sich, er krümmt sein hinteres, besonders bewegliches Körperende auf und nieder, bis es ihm schliesslich gelingt, seine engen Hüllen zu sprengen und abzustreifen. Wir hatten nur ein einziges Mal das Glück, diesen Vorgang des selbständigen Ausschlüpfens vollständig zu beobachten. Der *Nemertes* durchbrach dabei zunächst die innere Begrenzung seines Brutraumes im Hinterende des *Pilidium*; er gelangte durch die Rissstelle hinein in das hyaline Körperparenchym des Hutes, durchwühlte dasselbe nach verschiedener Richtung und fand unter fortwährender kräftiger Bewegung schliesslich zwischen Federbusch und Vorderwand einen Ausgang. Der Körper des *Pilidium* collabirte hinter dem mit dem Kopfende voran gebornen *Nemertes*, der Federbusch stand still, aber die Cilien der Wimperschnur schlugen nach wie vor und trieben dadurch die Ueberreste des Mutterthieres vorwärts. Die Lösung des *Nemertes* war übrigens anfänglich eine nur unvollkommene, denn die Lippenränder des neugebornen Thieres waren in einen Canal verlängert, der durch den klaffenden Riss in den Körper des *Pilidium* übertrat und beide noch eine Zeitlang mit einander im Zusammenhang liess. Es leidet nach der Entwicklungsweise des *Nemertes* keinen Zweifel, dass dieser Canal trotz seiner Länge, die fast der halben Länge des *Nemertes* gleichkam, nichts als der strangförmig ausgezogene Mundtrichter des *Pilidium* war. Uebrigens scheint es nicht, als wenn die Verbindung zwischen dem jungen *Nemertes* und seinem *Pilidium* jedes Mal den Akt der Geburt überdauert, wenigstens sahen wir in zweien Fällen, in denen die Geburt unmittelbar nach der Uebertragung des *Pilidiums* auf den Objektträger stattfand, den *Nemertes* gleich von Anfang an

ganz frei umherschwimmen. Auch konnte der *Nemertes* ohne Beschädigung frei präparirt werden.

Der neugeborne *Nemertes* hat (Fig. 10) eine ovale Form und bei einer Länge von 0,6–0,7 Mm. eine ziemlich ansehnliche Breite, besonders in der hintern Hälfte. Seine Farbe ist eine gelblich braune. Ein Schwanzfortsatz, wie er so häufig bei den in Pilidien gebildeten Nemertinen gefunden wird und nach J. Müller auch bei dem Sprösslinge eines Helgoländer *Pilidium* vorkommt, fehlt unserm Thiere. Der Rüssel ist ohne Bewaffnung, auf seiner Innenfläche jedoch mit zahlreichen, scharf contourirten Körperchen versehen, die bei dem ersten Blick an Angelorgane erinnerten, bei näherer Untersuchung aber als weiche, fettartig glänzende Massen von vielfach wechselnder Form sich ergaben. Die zwei Augenflecke sind ohne brechende Medien. Ein After scheint einstweilen noch zu fehlen. Ebenso scheint das Wassergefässsystem vorerst nur auf den schon oben beschriebenen Centraltheil mit seinen beiden (bei *Alardus* auch von Busch a. a. O. Tab. XI. Fig. 8 gesehenen) Oeffnungen beschränkt zu sein. Ob die eine dieser Oeffnungen späterhin oblitterirt, müssen wir dahin gestellt sein lassen, doch kennen wir bis jetzt bei den Nemertinen nur eine einzige Ausmündung des Wassergefässsystems, entweder am Ende der Flimmergrube, oder (M. Schultze in Carus Icon. Zoot. Tab. VIII. Fig. 10) ungefähr in der Mitte des Körpers an der Bauchfläche, an Orten also, die unsern beiden Oeffnungen entsprechen.

An der Südwestküste Helgolands lebt (nach ältern Beobachtungen aus dem Jahre 1846) im Schlamme und unter Steinen eine fingerlange *Borlasia* (B. rubra n. sp.), die nach ihrer bräunlichen Färbung und der Zweizahl der Augenflecke möglicher Weise der ausgebildete Zustnad des eben beschriebenen Thieres sein könnte.

Ueber die Entwicklung und die ersten Zustände der Pilidien wissen wir Nichts. Wir kennen auch keine jüngere Larvenform, von der zu vermuthen wäre, dass sie in den Entwicklungskreis dieser Thiere hineingehöre. Die beobachteten Exemplare hatten ohne Ausnahme bereits die charakteristi-

schen Form- und Bauverhältnisse des *Pilidium*; sie enthielten auch fast alle bereits eine mehr oder minder weit entwickelte Nemertesanlage. Unter mehr als hundert Exemplaren waren nur etwa drei oder vier, die dieser Anlage entbehrten, dafür aber ein Paar Gebilde erkennen liessen, die schon früher von J. Müller in Triest und Helgoland bei *Pilidium* gesehen und als Zeichen einer beginnenden weitern Entwicklung betrachtet wurden. (Archiv f. Anat. 1854. S. 82.) Es sind dieses (Fig. 1) ein Paar napfartige Organe (Saugnäpfe J. Müller) oder, wenn man lieber will, ein Paar Ringwülste, die zwischen den Basaltheilen der beiden Seitenklappen, etwas mehr nach vorn, als nach hinten zu gelegen sind und den Seitenwänden des Mundtrichters angehören. J. Müller sah einige Mal ein doppeltes Paar solcher „Saugnäpfe," ein vorderes und ein hinteres; in den von uns beobachteten Fällen war jedoch immer nur ein einziges Paar vorhanden. Das spärliche Material, das uns zu Gebote stand, hat es unmöglich gemacht, die Metamorphose dieser Gebilde zu verfolgen, aber Lage und Aussehen derselben erinnert zu auffallend an die von uns oben beschriebenen scheibenförmigen Seitenwülste der nachenförmigen Nemertesanlage, als dass wir nicht mit sehr grosser Wahrscheinlichkeit annehmen dürften, es seien diese letztern mit den Müllerschen Saugnäpfen identisch. Sollte sich unsere Vermuthung bestätigen, dann würde sich in dieser frühzeitigen Bildung des sg. Wassergefässsystems eine neue wichtige Analogie mit der Entwicklung der Echinodermen kund thun.

Die Frage, ob wir es bei der Entwicklung unserer Nemertinen mit einem Generationswechsel oder einer Metamorphose zu thun haben, wollen wir hier nicht näher erörtern. Man kann am Ende für beide Auffassungsweisen eine Reihe von Gründen geltend machen, obwohl das Gewicht derselben, unserem Erachten nach, weit mehr der Ansicht einer Metamorphose sich zuneigt. So viel ist gewiss, dass die Frage nach der theoretischen Deutung der von uns beschriebenen Vorgänge mit der Auffassung der Echinodermenentwicklung Hand in Hand geht. Die Entwicklung des

Nemertes in seinem *Pilidium* ist, von den Einzelnheiten abgesehen, genau dieselbe, wie die Entwicklung eines *Echinus* oder einer Ophiure im Innern des Pluteus, nur vielleicht in sofern etwas einfacher, als bei unserm *Nemertes* nicht bloss der Magen, sondern auch der Oesophagus und gewissermassen selbst der Mund in den ausgebildeten Zustand mit hinübergenommen wird. Verloren gehen nur diejenigen Organe, die unsre Larve zu einer besondern, provisorischen Bewegung und Nahrungsweise befähigen, die wir auch sonst bei der Metamorphose verschwinden und durch andere neu gebildete Organe sich ersetzen sehen.

Die Analogien, die sich andererseits zwischen der Nemertesentwicklung im Innern des *Pilidium* und der einfachern, von Desor und Schultze (vgl. Ztschr. für wiss. Zool. IV. S. 181) beobachteten Entwicklung der *Nemertes olivacea* sich herausstellen, sind bereits von Krohn zur Genüge (a. a. O. S. 291) gewürdigt worden. Die flimmernde Umhüllungshaut, unter welcher die junge Nemertine hier ihren Ursprung nimmt, entspricht einem *Pilidium*, das gewissermassen beständig auf seinem Embryonenzustande verharrt.

Es scheint auch Nemertinen zu geben, die sich ohne alle Metamorphose auf ganz direktem Wege entwickeln, d. h. solche, die bereits mit der spätern Gestalt und Bildung das Ei verlassen. So sah es M. Schultze (Beitr. zur Naturgesch. der Turbellarien S. 62) bei dem viviparen Tetrastemma obscurum, so beachtete es auch Leuckart während seines Aufenthalts in Nizza bei einem in der Leibeshöhle von Phallusia mamillaris schmarotzenden, farblosen Tetrastemma, das in allen Stadien, als Ei, als Junges und geschlechtsreifes Thier parasitisch zu leben schien.

Wir brauchen kaum hinzuzufügen, dass uns solche Verschiedenheiten der Entwicklung gegenwärtig, und namentlich nach den Erfahrungen über Echinodermenentwicklung, nicht mehr überraschen können.

Erklärung der Abbildungen auf Tab. XIX.

Fig. 1. *Pilidium auriculatum* n. mit „Saugnapf."

Fig. 2. *Pilidium gyrans*, mit erster Nemertesanlage.

Fig. 3—7. Allmähliche Entwicklung dieser Anlage im Umkreis des Pilidiummagens.

Fig. 8. *Pilidium* mit völlig ausgebildetem *Nemertes* im Innern.

Fig. 9. Ein eben solcher *Nemertes*, in seiner Bruthöhle.

Fig. 10. Neugeborner *Nemertes* von *Pilid. gyrans*.

(Sämmtliche Figuren bei etwa 140facher Vergrösserung.)

Tomopteris.

(Hierzu Taf. XX.)

Was wir über diese interessante und bis jetzt nur selten untersuchte Wurmform[1]) mitzutheilen haben, betrifft weniger die Organisation im Ganzen, als vielmehr eine Reihe von einzelnen Punkten, die von den frühern Beobachtern zum Theil übersehen, zum Theil auch unvollständig erkannt sind.

Die untersuchten Exemplare gehören möglicher Weise zu zwei verschiedenen Arten. Die eine derselben (Fig. 1) ist die von Busch gleichfalls auf Helgoland gefundene und beschriebene (Müller's Arch. 1847, S. 180. Tab. VII. Fig. 5.) *T. onisciformis*, die freilich kaum mit der von Eschscholtz unter diesem Namen zuerst bezeichneten südseeischen Species identisch sein dürfte; die andere (Fig. 8) bildet vielleicht eine

1) Dass *Tomopteris*, wie Grube zuerst hervorhob, den Anneliden und nicht, wie neuerlich noch Burmeister (zoonomische Briefe II. S. 124) behauptet hat, den Heteropoden resp. Mollusken zugehöre, darüber kann, nach Abwägung der einzelnen entscheidenden Charaktere, kaum ein Zweifel sein. Wir glauben selbst, dass derselbe ohne Zwang den Chaetopoden zugerechnet werden könne, zumal die Borsten der Kopfcirren, obgleich sie nicht frei hervorragen — ähnliches findet sich bekanntlich auch in den sg. Flügeln von Chaetopterus — die Form und Bildung der bei diesen Thieren sonst vorkommenden Borsten genau wiederholen.

neue Art, die wir nach ihrem auffallendsten Charakter einstweilen als *T. quadricornis* bezeichnen wollen. Freilich haben wir diese letztere nur in einem einzigen und einem noch dazu ganz unausgewachsenen (2 Mm. grossen) Exemplare mit erst 6 entwickelten Flossenpaaren[1]) antreffen, allein die Unterschiede von der gewöhnlichen *T. onisciformis* sind doch zu auffallend, als dass sie unbeachtet bleiben könnten. Sie bestehen zunächst und vorzugsweise in der Vierzahl der mit eingelagerten Borsten versehenen Kopfcirren. Die vordersten dieser Cirren stehen dicht hinter den zwei hornförmigen Stirnlappen, ungefähr da, wo Busch bei seiner *T. onisciformis* jenen kurzen, fadenförmigen Tentakel zeichnet, der für gewöhnlich eingezogen sei und wohl desshalb früher unbeachtet geblieben wäre. (Wir gestehen, dass wir von diesem Gebilde keine Spur entdeckt haben, obwohl wir den Organen des Kopfes einige Aufmerksamkeit widmeten.) Sie haben kaum die doppelte Länge der Stirnlappen, während die hintern Cirren, deren vorderer Rand mit den Augen in derselben Höhe steht, vielleicht das Vierfache der Stirnlappen erreichen, eine Länge, die übrigens im Vergleich mit den Kopfcirren der gewöhnlichen *T. onisciformis* noch immer eine sehr geringe ist. Was unsere *T. quadricornis* weiter auszeichnet, ist die Anwesenheit eines ganz eigenthümlichen rosettenförmigen Organes in den zwei vordern Extremitätenpaaren, ungefähr da, wo diese sich in die zwei Flossen spalten (Fig. 8). Es besteht dasselbe (Ibid. 6) aus einem Haufen gelber, wie Fetttropfen aussehender Körper, die nach allen Seiten von einer einfachen Lage grosser heller Bläschen oder Sarcodetropfen umgeben sind. Das Ganze ist durch zarte Häute und Stränge an die äusseren Körperhüllen befestigt. Welche Bedeutung diese Bildung haben könne, ist uns völlig unbekannt, doch muss erwähnt werden, dass ähnliche, nur kleinere, gelbe und auch rothe Fetttropfen (freilich ohne die peripherischen Ku-

1) Nach den relativen Verhältnissen der Körperbildung scheint es übrigens, als wenn *T. quadricornis* an Grösse hinter *T. onisciformis* weit zurückbleibe.

geln) auch an andere Stellen des Körpers, besonders — und zwar bei beiden Arten — in den Extremitäten gefunden werden.

Wenn wir uns etwas zweifelnd über die specifische Natur unserer *T. quadricornis* ausgesprochen haben, so geschah das desshalb, weil dieselbe möglicher Weise das Männchen von *T. onisciformis* sein könnte. Da wir, wie Busch, von letztern blosse Weibchen beobachtet haben und die hervorgehobenen Verschiedenheiten, soweit sie die Bewegungsorgane betreffen, in gewisser Weise den Geschlechtsverschiedenheiten anderer Würmer (*Exogone*, *Autolytus*) entsprechen, so durfte wenigstens die Möglichkeit eines solchen Verhältnisses nicht äusser Acht bleiben.

Dass die vordern Cirren unserer *T. quadricornis* mit Busch's „einziehbaren Tentakeln" nicht identisch sein können, ergiebt sich zur Genüge durch die Einlagerung einer steifen Borste, die genau dieselben Verhältnisse wiederholt, wie sie an den gewöhnlichen (hintern) Cirren vorkommen und namentlich auch, wie diese (Fig. 2) mit ihrer Basis in eine, wohl als Matrix zu betrachtende Tasche eingesenkt ist. Grube erwähnt auch in den Stirnlappen einen borstenartigen Theil (Archiv f. Anat. und Physiol. 1848, S. 461) und hat dessen Vorkommen sogar in die Charakteristik des Gen. *Tomopteris* aufgenommen (Familien der Anneliden 1851, S. 95), allein es scheint, dass er nur durch den Zustand der von ihm ausschliesslich untersuchten Spiritusexemplare zu dieser Annahme verführt ist. Die Stirnlappen umschliessen (Fig. 2) einen mit der Leibeshöhle communicirenden Hohlraum, der freilich nicht in der Achse derselben verläuft, sondern der hintern Wand angenähert ist; was Grube für eine Borste genommen hat, ist nichts als die innere oder hintere Contour der stark verdickten Vorderwand.

Nach Grube soll sich *Tomopteris* auch durch den Mangel eines ausstülpbaren Rüssels auszeichnen. Diese Angabe wird gleichfalls durch Untersuchung lebender Thiere mit aller Entschiedenheit widerlegt. Man sieht nicht bloss, wie das vordere Ende des Oesophagus zu Zeiten weit aus der Mundöffnung

hervortritt, man sieht diesen Theil auch die kräftigsten Greif- und Schluckbewegungen machen.

Der Oesophagus oder Pharynx unseres Thieres ist nämlich ein sehr dickwandiges und fleischiges Rohr, das durch Gestalt und Querstrichelung seiner kräftigen Muskelwände an den Pharynx der Aphroditeen erinnert. Doch nur der hintere Theil dieses Rohres liegt frei in der Leibeshöhle, während der vordere Abschnitt, vielleicht ein Drittheil der gesammten Länge, von den dünnen Wandungen einer eignen Mundhöhle umgeben wird, wie etwa die Glans penis von dem Präputium (Fig. 5). Aus dieser Mundhöhle kann der betreffende Abschnitt nun auch, wie die Glans aus ihrem Präputium, hervorgestossen werden, wobei die Wand der Mundhöhle sich umstülpt und dann gleichfalls aus der Mundöffnung hervortritt (Fig. 6). Der hervorgestossene Theil des Pharynx erscheint übrigens nicht als ein geschlossenes Rohr mit vorderer Oeffnung, sondern löffelförmig (Ibid.) Die ganze untere Wand desselben ist gespalten und mit äusserst beweglichen Lippen versehen, die sich bald an einander legen, bald auch weit von einander entfernen.

Von dem Nervensysteme wurde mit Bestimmtheit nur (Fig. 2) der zweilappige Hirnknoten aufgefunden. Derselbe liegt wie bei den Chaetopoden dicht vor der Mundöffnung, im Innern des Kopfhöckers und entsendet ausser den Commissuren des Schlundringes jederseits einen ansehnlichen Stamm nach vorn, in die Stirnlappen und seitlich in die Borstencirren. Auf der Oberfläche des Hirnes liegen (Ibid.) ein Paar grosse Augen, mit doppelten, dicht an einander gedrängten Linsen, und vor den Augen noch ein Paar helle Bläschen, die vielleicht für Gehörorgane zu halten sind, obgleich im Innern derselben keine Concremente vorkommen.[1])

Die von Busch beschriebenen hellen Rosetten, die in

1) Gehörorgane mit zahlreichen unbeweglichen Concrementen fanden wir auch bei dem von Busch beobachteten „jungen Röhrenwurme" (a. a. O. Tab. XI. Fig. 7), den wir übrigens für ein ausgebildetes Thier halten müssen und als Typus eines besondern mit Terebella verwandten Genus betrachten.

der vordern Wand der Fusswurzeln gelegen sind, haben wir (Fig. 3) als wimpernde Oeffnungen erkannt, die mittelst eines kurzen gleichfalls wimpernden Kanals in die Bauchhöhle hineinführen. Die erste dieser Oeffnungen gehört den Borstencirren und steht (*T. onisciformis*) in einiger Entfernung rechts und links von der Mundöffnung. Bei näherer Untersuchung findet man übrigens in jeder Fusswurzel zwei solcher Oeffnungen, die eine mehr der Rückenfläche, die andere dem Bauche zugewendet, doch führen die aus beiden entspringenden Röhren sehr bald in denselben, schon oben erwähnten Hauptkanal zusammen. (Ibid.) Die Flimmerung ist deutlich nach Innen gerichtet; die beschriebenen Vorrichtungen dienen also wohl zur Wasseraufnahme in das Innere der Leibeshöhle, die mit zarten Flimmerhaaren ausgekleidet ist und, bei Abwesenheit eines geschlossenen Gefässsystems, den einzigen Blutraum unserer Thiere darstellt.

Besondere Geschlechtsorgane fehlen; die Eikeime entstehen (Fig. 3) in den Fussstummeln, wo sie im äussersten Ende der Leibeshöhle als einfache Zellen an der Innenwand hervorknospen. Diese Zellen unterliegen übrigens vor ihrer Umwandlung in Eier einem Klüftungsprocesse; sie theilen sich in 4 und mehr Ballen, die jedes ein Keimbläschen enthalten und dann einer nach dem andern zu einem Eie heranreifen (Fig. 4). Man könne diese Vorgänge leicht dem von Meissner beschriebenen Typus der Eibildung einreihen. Die reifen oder doch wenigstens bereits herangewachsenen Eier lösen sich und fallen in die Leibeshöhle, wo man gelegentlich aber auch schon die grössern Eiballen umhertreiben sieht.

Als Geschlechtsöffnung dienen wahrscheinlicher Weise (Fig 1) ziemlich grosse, von wulstigen Rändern umgebene, flimmernde Querspalten, die in einiger Entfernung von der Medianlinie des Bauches rechts und links vor dem vierten und fünften Fusspaare angebracht sind.

Am dünnen ausgezogenen Hinterende des Thieres findet fortwährend die Ausbildung neuer Fusspaare statt, die Leibes-

höhle erscheint dort (Fig. 1) spiralig gewunden und die Seitenwand mit feinen Pigmentkörnchen besetzt.

Die glashellen Thiere geben in Liquor conservativus und Glycerin sehr schöne mikroskopische Objekte.

Erklärung der Abbildungen auf Tab. XX.

Fig. 1. *Tomopteris onisciformis* 20 Mal vergrössert.

Fig. 2. Das vordere Körperende derselben mit Hirn und Borstenbasis, zur Hälfte gezeichnet.

Fig. 3. Flossen mit den Ovarien und Flimmerkanal.

Fig. 4. a—c, Entwicklung der Eier.

Fig. 5. Pharynx im zurückgezogenen und

Fig. 6. im ausgestülpten Zustande.

Fig. 7. *Tomopteris quadricornis* 20 Mal vergrössert.

Fig. 8. Flossen derselben mit rosettenförmigem Organe (b).

Sagitta germanica.

(Hierzu Tab. XXI.)

Obwohl in den bekannten Arbeiten, besonders von Krohn und Wilms, die Anatomie der Sagitten mit grosser Klarheit erläutert ist, und eine Untersuchung dieser Thiere wenig neue Ergebnisse versprechen konnte, mussten doch die neulich gemachten Mittheilungen Meissner's[1]) „über die Wirbelthiernatur" unserer Geschöpfe zu einer nochmaligen Prüfung anregen. Das bekanntlich bei Helgoland häufige Vorkommen der einen kleinen Species, *S. germanica nob.*, und deren ausserordentliche Durchsichtigkeit erleichterten die Untersuchungen, deren Resultate den Angaben Meissner's nicht günstig waren. Wir untersuchten Thiere in vollendeter Geschlechtsreife und von da hinunter in verschiedenen

1) Bericht über die Fortschritte der Anatomie und Physiologie im Jahre 1856 p. 637 ff.

Lebensaltern bis zur Grösse von kaum 2—3 Millimeter. Trotzdem aber (und obgleich wir mit Eifer etwas derartiges zu entdecken strebten) fanden wir nicht die geringste Spur einer Chorda dorsalis. Stellen wir daneben die Einfachheit der Eingeweidehöhle, die bei den Wirbelthieren doppelt ist (Bauchhöhle, Rückenhöhle), die Anordnung der Hautmuskulatur, welche bei unsern Thieren einen sackartigen aller Gliederung entbehrenden Schlauch bildet, die Bildung ferner des Nervensystems nach Krohn's Untersuchungen, sowie die Entwicklungsgeschichte nach Gegenbaur, dann möchte der Wurm doch am Ende nicht im Stande sein, zum Wirbelthiere vorzurücken. Was Meissner sah, wissen wir nicht; wir können es nicht einmal errathen.

In Betreff der Organisation der *Sagitta germanica* sind unsere Beobachtungen nicht wesentlich anders als die bisherigen, und des Neuen ist nicht viel. Wilms hat unter Mitwirkung des unvergesslichen Johannes Müller und Wagener's eine sehr vollständige Arbeit über sie geliefert[1]).

Wie ihm, so blieb auch uns die Bedeutung einiger Details, besonders am Kopfe, noch unklar. Eine genaue Zeichnung ist hier vielleicht ein Ersatz.

Am Kopfe stehen (Fig. 1) ausser den grossen, von besondern Scheiben an der Bauchfläche getragenen Haken jederseits mehr nach vorne noch zwei kleinere Gruppen von Spitzen, die auch den übrigen Arten nicht zu fehlen scheinen. Zwischen der ersten und der zweiten Gruppe dieser Spitzen beobachtet man jederseits, so wie auch in der Oberlippe, ein feinmaschiges Aussehen, als wenn dort ein System dicht gedrängter seichter Grübchen läge; eine Einrichtung, deren oben auch bei *Amphioxus* gedacht wurde. Hinter der zweiten Gruppe von Spitzen liegt jederseits ein Häuflein von Zellen in einer Höhlung. Starke Kreisfasern umschnüren den trichterförmigen Mund und setzen sich in ihn fort. Ein Kranz gekernter Zellen erinnert durch Grösse und Bildung an die innere Zellenlage des Oesophagus. Die grossen Scheiben,

1) Wilms, Observationes de Sagitta. Dissertatio. Berlin 1846.

welche die in der Regel neun zählenden Mundhaken tragen, scheinen selbst nicht muskulös, sondern nur allseitig mit Muskeln ausgerüstet, so dass die Bewegung der einzelnen Haken wohl weniger durch spezielle Muskelbündel, als durch Bewegung der Scheibe im Ganzen oder in sich zu Stande kommt.

Was wir über das Nervensystem mitzutheilen haben, ist nur weniges. Wir erkannten nur die beiden birnförmigen Ganglien, denen die Augen aufliegen. Von jedem derselben geht ein starker Nervenstamm nach vorn. Innen von dem Ursprung der letztern liegt noch eine kleine Zahl von bipolaren Ganglienzellchen. Die Augen selbst zeigen in der Mitte ein schwarzrothes körniges Pigment und in der Peripherie regelmässig an einander gereihte feine, stark lichtbrechende Körner (Krystallkegel).

Früher hat übrigens Einer von uns Gelegenheit gehabt, die Angaben Krohn's über das Nervensystem der grossen *Sagitta bipunctata* vollständig — bis auf die von Kr. selbst jetzt zurückgenommene Nervenschlinge — bestätigt zu finden.[1]) Derselbe besitzt auch noch heute ein ebenso überzeugendes als wohlerhaltnes Spirituspräparat desselben. Die Untersuchung des Nervensystems bei unserer *S. germanica* ist ungleich schwieriger, jedoch dürfte eine geeignete mikrochemische Behandlung auch hier vielleicht noch einen bessern Erfolg in Aussicht stellen.

Im Rumpfe sieht man durch die feingestreifte Haut und den in der ganzen Länge verlaufenden Muskelschlauch hindurch den Darm graden Weges bis zum Anfang des letzten Drittels, des sogenannten Schwanzes hinziehen. Seine Innenwand zeigt ein Cylinderepithel. Das Lumen ist durchgehends starker Erweiterung fähig, wie dies die Nahrung verlangt. Ganze Crustaceen und Crustaceenlarven von verhältnissmässig beträchtlicher Grösse wurden wiederholt im Darme gefunden. (Fig. 3 a.) Auch die Bildung der Afteröffnung, die

1) Leuckart, zoologische Untersuchungen. Heft III. S. 1 Anm.

eine mehr dreigespitzte Gestalt hat und in Mitten einer longitudinalen Grube der Körperwand liegt, scheint eine Beziehung zu ihrer Ausdehnbarkeit zu haben. Vom Oesophagus abwärts ist der Darm durch ein besonderes Mesenterium befestigt, welches vorne bogenförmig an beiden Seiten von der innern Wand der Körperhülle als feine mit Körnchen belegte Membran entspringt (Fig. 1 a), den Darm umfasst und in der Medianebene desselben oben und unten zu einer Platte verschmelzend durch den Körper bis zum After hinläuft. Auf solche Weise wird die Leibeshöhle unserer *Sagitta* in eine rechte und linke Hälfte getheilt. Deutlicher als vorn ist diese Scheidewand hinten im sogenannten Schwanze, wo ihre Untersuchung nicht durch den eingeschlossenen Darm behindert wird. Am After treten nämlich die Mesenterialplatten wieder auseinander (Fig. 2, 3 und 4 c) und bilden an die Körperwand sich inserirend, eine Querbrücke. Sofort aber wiederum sich zurückschlagend treten dieselben dann zur Bildung einer einfachen Schwanzscheidewand zusammen (Fig. 2 und 3 d). Uebrigens darf man nicht denken, dass unsere *Sagitta* eine eigentliche Eingeweidehöhle besässe, denn der Darm derselben ist nicht bloss durch die Mesenterien, sondern ausserdem überall durch glatte, zu einem wahren Netze zusammentretende Stränge, wie bei Nematoden (und Anneliden), befestigt. (Fig. 1 und 2)

Was die horizontal gelagerten Flossen, die paarigen Bauch- und Afterflossen, sowie die unpaare abgestutzte Schwanzflosse betrifft, so ist deren hauptsächliches Constituens die Masse der Strahlen. Diese liegen einander dicht an und haben eine ziemliche Breite. Sie sind gewissermassen verklebt und nur durch eine Art von Membran überzogen, welche ausser einer unregelmässigen Granulation keine Struktur erkennen lässt. (Fig. 7.) Die Wurzeln der Strahlen dringen in einer obern und einer untern Lage in die Haut ein, so dass die Flossen gewissermassen aus einer obern und einer untern Lamelle zusammengesetzt erscheinen. Die borstenförmigen Spitzen der Haut (Fig. 2 e) mögen ursprüng-

lich symmetrisch gestellt sein, sie waren aber oft bis auf wenige und manchmal ganz verloren.[1])

Die erste Anlage der Genitalapparate geschieht von der Querbrücke des Mesenterium aus und zwar der Art, dass sich von der dem Kopfe zugewandten Platte die weiblichen Geschlechtstheile (Fig. 2 f) entwickeln, von der hintern aber die männlichen (Fig. 2 g). Der Anfang für beide ist sehr analog, ein einfacher in der Wand durch Prolifikation sich vermehrender Zellenhaufen.

Die Zellen der zwei hintern Haufen (Hoden) werden nach einiger Zeit frei und fallen dann in den getheilten Hohlraum des Schwanzes hinein (Fig. 3 g). In diesen Zellen entwickeln sich hier kleinere Bläschen, deren jede schliesslich einen Samenfaden liefert. Zunächst sieht man in den grossen Zellen eine Lage wandständiger Kernzellen, die die centrale Partie frei lassen (Fig. 6 a), dann aber ist die ganze Mutterzelle mit jungen Samenzellen gefüllt (Fig. 6 b). Jetzt scheint die primäre Hülle zu schwinden, so dass man einen ovalen Haufen kleiner Zellen vor sich hat, von denen jede einen Faden enthält. Anfänglich stehen bloss einzelne freigewordene Fäden gleich Haaren aus dem Convolute heraus (Fig 6 c), dann springt der ganze Haufen in kolbige Büschel aus einander (Fig. 6 d u. e), um zuletzt zu einem Gewirre beweglicher Fäden zu zerfliessen (Fig. 6 f). Die reifsten Formen finden sich zwar mehr in den hintern Partien des Schwanzes, aber sie mischen sich auch unter die andern, wie denn überhaupt kein bestimmter Weg für diese Elemente besteht.

Nach dieser Auseinandersetzung, welche übrigens nur durch ihren ersten Theil die Darstellung von Wilms zu ergänzen im Stande ist, bleibt uns nur noch übrig, die gleichfalls von demselben gegebene Beschreibung der männlichen Geschlechtsöffnung zu bestätigen (Fig. 3 h). Da dieselbe als kurzer Kanal schräg von hinten nach vorn durch die Körper-

---

1) Eine büschelförmige Gruppirung dieser Gebilde, wie sie Krohn in seinen neuesten Mittheilungen den Sagitten zuschreibt, wurde von uns niemals beobachtet.

wand hindurch tritt und erweiterungsfähig ist, so kann sie nach Art der sog. Samenblasen eine gewisse Quantität von Samen in sich aufnehmen. Gleichzeitig werden die Samenfäden an dieser Stelle mit einer verhältnissmässig bedeutenden Menge feinkörniger Masse gemischt und zu einem zähen Ballen vereint, der eine Art von Spermatophore darstellt. Schon mit blossem Auge erkennt man die jeweilige Anwesenheit dieser Ansammlung hier eben so gut, als sie bei *Sagitta bipunctata* gesehen wurde (Fig. 5).

Was die weiblichen Genitalien betrifft, so haben wir auf das Deutlichste ausser den Eierstöcken auch noch die paarige Samentasche gesehen, den Verlauf der Entwicklung aber nur für die Ovarien erkennen können. Indem der ganze ursprüngliche Zellenhaufen zu einem Hohlraum auswächst, erhält jedes Ovarium eine besondere Wand (Fig. 2 f und Fig. 4 f), von welcher die Eizellen nach ihrer Ablösung nicht frei in die Leibeshöhle, sondern in den Hohlraum gelangen. In den Keimbläschen der Eier sind Keimflecke zu erkennen. Die jüngeren Eier liegen nach aussen, die grössern nach dem Darme zu, an dessen Wand der Eierstock durch einzelne Stränge befestigt ist. Die Eierstöcke füllen, dreieckig nach oben zu sich ausdehnend, den Raum zwischen Darm und Leibeswand vollkommen aus. Auf ihnen liegt leicht geschlängelt die lange und schmale, mit dicken Wandungen versehene Samentasche (Fig. 3 i), welche oben durch ein Ligamentum suspensorium befestigt wird (Fig. 3 k). Dieses Receptaculum ist bekanntlich lange Zeit übersehen und erst durch die letzten Mittheilungen Krohn's[1]) mit Bestimmtheit nachgewiesen. Bei frühern Beobachtungen sah dieser Forscher allerdings schon Samen neben den Eiern, aber die Tasche wurde nicht erkannt, und Wilms konnte nicht einmal die erstere Angabe bestätigen[2]). Manchmal ist die Tasche leer, andremale aber

1) Arch. für Naturgesch. 1857. I. S. 26.

2) Es ist übrigens wahrscheinlich, dass Wilms die Samentasche mit den Samenfäden vor sich hatte, als er einen wimpernden Ausführungsgang des weiblichen Genitalapparates zu sehen glaubte l. c. p. 13.

enthält sie ausser den lebhaften Spermatozoen nach dem Ausgange zu die feinkörnige Masse, welche in den Spermatophoren dem Samen beigemischt ist, und die zum Theil zu gelblichen Pfröpfen erhärtet zu sein scheint.

Ein Ausführungsgang für die Eier existirt kaum, indem der untere Rand des Eierstocks hart an der Austrittsöffnung anliegt. An dieser Stelle sind beiderseits die Mesenterialplatten durch bogig ausgespannte Faserbündel verstärkt. Unter diesen Bruchpforten gleichenden Arkaden hindurch müssen die Eier nach aussen treten, beim Austritt selbst der Einwirkung des Spermas ausgesetzt (Fig. 3 l).

Diese Anordnung des Geschlechtsapparats stimmt vollkommen zu der Beobachtung Gegenbaur's, dass die gesammte Embryonalentwicklung frei im Wasser vor sich geht; sie scheint ferner ein ziemlich sicherer Hinweis, dass eine direkte Befruchtung durch Begattung stattfindet.

Auch bei Helgoland dienen die Sagitten den winzigen Quallen zur Nahrung und auch dort bergen sie parasitische Würmer, wie dies von Busch u. A. für die Mittelmeerarten nachgewiesen wurde. Die Formen, welche wir fanden, waren zwei unreife Trematoden, welche frei zwischen Darm und Körperwand lagen und von denen die eine (Fig. 8) den Monostomen, die andre (Fig. 9) den Distomen angehörte. Aehnliche Formen fand auch Einer von uns im Mittelmeer in Heteropoden, Salpen und Akalephen[1]).

Erklärung der Abbildungen auf Tab. XXI.

Fig. 1. Kopf der *Sagitta germanica*, 140 Mal vergrössert.

a. Die vordern Bogen des Mesenterium.

Fig. 2. Eine junge *Sagitta*, 40 Mal vergrössert.

a. Wie oben.

---

1) Beiläufig sei hier bemerkt, dass Einer von uns (gleichfalls im Mittelmeere) auch bei Hydrachnen und zusammengesetzten Ascidien Trematoden im eingekapselten Zustande antraf, ohne jedoch trotz umfassender Nachforschungen bei Seeschnecken im Aufsuchen der Ammenformen mehr als höchst unbedeutende Resultate zu erzielen.

b. Die Grube am Bauche um den After.
c. Die Querbrücke des Mesenterium.
d. Die Scheidewand des Schwanzes.
e. Die Stacheln.
f. Die Ovarien.
g. Die Hoden.

Fig. 3. Das hintere Ende einer reifen *Sagitta*. 70 Mal vergrössert.
a. Der Darm, eine Crustacee enthaltend.
b—g. Wie oben. Stacheln und Afterflossen sind absichtlich weggelassen. Die Genitalien sind auf der Höhe der Entwicklung, die jedoch nicht beständig für die beiden Apparate zusammenfällt.
hh. Die samenausführenden Oeffnungen.
i. Eine gefüllte Samentasche; die der andern Seite leer.
k. Das Ligamentum suspensorium der Samentasche.
l. Die weibliche Geschlechtsöffnung. m. der After.

Fig. 4. Die Anfänge geschlechtlicher Entwicklung 270 Mal vergrössert.
a. b. c. Wie oben.
d. Die äussere Haut.
e. Die die Leibeswand bekleidende Mesenterialplatte.
f. u. g. Wie oben.

Fig. 5. Die Spermatophore in dem männlichen Ausführungsgang.

Fig. 6. a. b. c. d. e. f. Die Entwicklung der Samenelemente 540 Mal vergrössert.

Fig. 7. Die Struktur der Flossen 540 Mal vergrössert.

Fig. 8. Monostoma.

Fig. 9. Distoma aus *Sagitta*.

Echinobothrium typus.

(Hierzu Tab. XXII.)

Die Insel Helgoland dürfte als ein Ort bezeichnet werden, welcher sich ganz besonders zu helminthologischen Untersuchungen eignet. Eine Menge Jäger aus der Zahl der Insulaner und Badegäste stellen mit Pulver und Blei den gefiederten Gästen nach, welche, vom Ausgange des Sommers an den Süden suchend, in täglich erneuten Schwärmen auf der Düne und dem Felsen kurze Rast machen. Ueberdies ist die ganze Insel mit Stangen besetzt, an denen zu geeigneter Zeit

grosse Fangnetze ausgespannt werden. Unter den auf solche Weise erlegten (bereits die Zahl von 320 Species überschreitenden) Vögeln bilden Schwimm- und Watvögel einen ganz bedeutenden Antheil, so dass man bei Zergliederung der Beute einer grossen Anzahl Helminthen zu begegnen sicher sein kann. Auch wir sahen mehrere interessante Formen, obwohl während unseres Aufenthaltes die kleinern Larus- und Sternaarten ausschliesslich von Insekten gelebt hatten und frei von Helminthen waren. Auf der Niederelbe und der Nordsee selbst trieben nämlich zu jener Zeit fortwährend todte oder erschöpfte Insekten, besonders Dipteren, in grosser Zahl [1]. Günstig für den Helminthologen ist ferner auch die grosse Menge der um Helgoland lebenden Rochen und Haie, welche letztere sogar von den Kurgästen an der mit vielen Haken versehenen langen Angelschnur gefangen werden und um so leichter zu bekommen sind, als sie nur wenig geachtet und nur für den Winterbedarf der Landesangehörigen geräuchert oder getrocknet werden. Wie gross aber gerade der Helminthenreichthum der Plagiostomen ist, davon haben wir noch jüngst durch van Beneden und Wagener überraschende Aufschlüsse bekommen.

Ohne auf die andern gefundenen Formen hier eingehen zu wollen, beabsichtigen wir nur einige Notizen über das *Echinobothrium typus* beizubringen, welches wir in grosser Anzahl von Exemplaren und in einer schönen Entwicklungsreihe bei verschiedenen Rochenarten, sowohl glatten als stachligen, fanden.

Nach den Abbildungen von van Beneden [2]) bleibt wohl kein Zweifel, dass wir es mit der oben genannten Art zu thun hatten, obwohl hier am Halse nur vier Hakenreihen angegeben werden, während unsere Exemplare deren bestimmt acht hatten. Ueber diese Zahl kann kein Zweifel sein; man hat nicht selten fünf Reihen in derselben Ebene

1) Aehnliche Erscheinungen berichtet v. Siebold von dem Seestrande bei Danzig. Beiträge zur Fauna Preussens. (Neue Provinzial-Bl. 1849, Bd. VII. S. 6.)

2) van Beneden: les vers cestoides ou acotyles pl. XXIII.

in Ansicht und kann die übrigen bei veränderter Einstellung mit Leichtigkeit nachweisen. Guido Wagener glaubt im Mittelmeere ebenfalls das *Echinobothrium typus* gefunden zu haben [1]), und in der That würden wir trotz einigen kleinen Differenzen der Darstellung (besonders wiederum der Zahl der Hakenreihen) seine Form mit unserer für identisch halten, wenn nicht ein weiterer Umstand hier in Betracht käme. Es betrifft derselbe ein Moment, welches bei der Artunterscheidung der Cestoden von grosser Wichtigkeit ist, nämlich die bis zur Höhe geschlechtlicher Entwicklung ablaufende Gliederzahl. Wagener beobachtete bei seiner Form nie mehr als drei Glieder, von denen das letzte bereits geschlechtsreif war, während unsere Beobachtungen in dieser Beziehung ein abweichendes, genau mit van Beneden übereinstimmendes Resultat lieferten. Wir glauben deshalb mit Recht vermuthen zu dürfen, dass Wagener nicht das *Echinobothrium typus* vor sich gehabt hat, sondern eine andere nahe verwandte Art. Dazu kommt noch, dass die Form der Halshaken weniger gestreckt ist (Fig. 7 c), als es Wagener für seine Art zeichnet.

Die seitlichen Wurzelfortsätze der Haken benachbarter Reihen treten einander sehr nahe und geben dem Halse das Ansehen, als sei er mit gegliederten Ketten gleichsam gepanzert. Die Zahl der Haken beträgt in jeder Reihe bei reifen Thieren etwa 16—18, von denen die vordern zugleich die ältesten sind. Die Hakenbündel des Kopfes, am obern Rande der Näpfe, bestehen jederseits aus etwa 9 grössern und (etwas) kleinern Haken in regelmässigem Wechsel. Diese Haken erhärten zuletzt am Wurzelfortsatze und an noch unreifen Haken erhält man die zerdrückten und geknickten Bilder (Fig. 7 a), welche auch Wagener zeichnet. Die fertigen Haken besitzen vollkommene Solidität und sind ausgezeichnet durch die gestreckte Gestalt und die feine rasch umgebogene Spitze. Verstärkt wird ausserdem noch jedes Hakenbündel des Kopfes durch vier sehr kleine Haken,

1) Entw. der Cestoden. Tab. VII. Fig. 80 ff.

welche neben der Basis der grossen inserirt sind und eine entgegengesetzte Richtung haben. Der Kopf des *Echinobothrium* selbst hat eine sehr veränderliche Gestalt; er ist bald einer Pfeilspitze, bald einem Hute, bald der Glans penis ähnlich und kann, weil sein Charakteristisches eben in dieser Veränderlichkeit liegt, nur dürftig wiedergegeben werden. Das Spiel der Saugnäpfe, ein Hauptmoment für die Gestaltung des Kopfes, ist sehr elegant und lebhaft. Niemals aber sieht man die Spitzen der grossen Haken aufgerichtet und zusammengelegt; ohne Zweifel bohren sich diese Haken nicht, wie bei andern Eingeweidewürmern und namentlich den Echinorhynchen, gemeinschaftlich in die Darmwand, um dann schirmartig rückwärts auseinander zu treten, sondern sie hängen sich nur an die Schleimhaut an, den Haft der Sauglappen verstärkend.

Die übrigen bemerkenswerthen Eigenschaften unserer Würmer können besser in den Entwicklungsgang eingeflochten werden.

Die jüngsten zur Beobachtung gekommenen Formen bildeten ovale Blasen (Fig. 1), die am hintern Ende mehr gespitzt, am vordern breiter und grubenförmig vertieft waren. Auf dieser Grube ruhte die schon ziemlich vorgerückte ovale Knospe des Scolex, eine jeder auszeichnenden Organisation entbehrende Zellenmasse. In der Wand der ausgewachsenen Embryonalblase waren ziemlich zahlreiche Kalkkonkremente und Gefässe zu erkennen. Bei etwas weiter vorgeschrittener Entwicklung (Fig. 2) zeigte jene Blase energische Muskelthätigkeit, sie hatte auch an Grösse und Zahl der Kalkkörperchen zugenommen. Beide Pole waren im Stande sich stark einzuschnüren und zuzuspitzen. An dem vordern Pole befand sich eine deutliche Oeffnung; dort bog sich die Wand der Blase nach innen um und bildete so eine innere Blase, auf deren Grund der Scolex aufsass, in richtiger Lage und mit Andeutung seiner Gruben und Kopfhakenbündel. Obwohl nun der Sack immer noch an Ausdehnung zunahm, schritt der Scolex doch weit rascher voran und hatte bald (Fig. 3) nur sehr gekrümmt noch Platz in demselben. Die

Kopfhaken und Nebenhäkchen waren vollendet, von den Halshaken aber noch keine Spur zu sehn. Statt dieser verliefen in der Längsrichtung, der hintern Hälfte des Halses und den grossen Gefässen entsprechend, vier Reihen gelblicher Konkrementansammlungen (Fig. 3 a). Der Zahl nach und auch desshalb, weil diese Streifen nicht vorne am Halse begannen, wie die Haken, konnte ihnen keine Beziehung zu letztern eingeräumt werden. Querüber an der Basis des Halses lag ein Ring ziemlich diffusen rothen Pigments.

Wir müssen an dieser Stelle der Beobachtung gedenken, welche Lespés neuerdings über *Echinobothrium* mitgetheilt hat. Es ist klar, dass auch dieser Forscher das *Echinobothrium typus* oder ein dieser Art sehr nahe stehendes Thier vor Augen hatte, auf keinen Fall aber berechtigt war, auf die von ihm beobachteten unreifen Zustände hin eine neue Art ohne Halsstacheln aufzustellen. Dazu kommt noch, dass der sog. Saugnapf, in dem Verf. eine weitere Auszeichnung seiner Art suchte, schwerlich hinten, sondern vielmehr vorn gelegen war und wohl Nichts als die vordre Oeffnung der Embryonalblase vorstellte. Die Zeichnung in Fig. 8 giebt den veränderlichen Kopf ganz richtig wieder, in Betreff der grossen Haken jedoch ist entweder die Zeichnung ungenau, oder die Haken waren noch unreif — alles das natürlich nur in der Voraussetzung der Identität bei unsern Arten. Die Halspigmentirung war dieselbe und eine grössere Zahl von Kopfhaken wäre bei geringerer Reife nichts Aussergewöhnliches. Am meisten würde der Annahme einer Identität vielleicht der von Lespés angegebene Wohnsitz in der Leber von *Nassa reticulata* Schwierigkeiten machen. Doch davon später.

Ist die Entwicklung unsres Cestoden so weit fortgeschritten, so kann man das Gefässsystem sehr gut studiren. Die vier grossen Längsgefässe des Scolex bilden zwei dicht am Kopfe liegende Bogen, ohne dass ein Kranzgefäss entstände; sie sind ferner überall durch zahlreiche Verästelungen

1) Lespés, Annales des sciences nat. 1857. VII. 2. p. 118. Pl. I. Fig. 8—10.

in Verbindung und stehen da, wo die Basis des Scolex dem Boden des Sackes aufsitzt, auch mit dem Gefässsysteme der Mutterblase im schönsten Zusammenhange (Fig. 3 e). Die besondre Art dieser Kommunikation und die später zu besprechenden Befunde bei der Ausstülpung können vielleicht als Beweis gelten, dass ein Theil des Eingestülpten eigentlich der Mutterblase angehört und dass an jener Stelle die Abtrennung zwischen Blase und Scolex erfolgt. Es treten nämlich die Stämme jeder Seite etwas zurücklaufend zu einem ganz kurzen gemeinschaftlichen Stamme zusammen, um dann nach mehreren Richtungen hin sich auf dem Sacke zu verzweigen. Streng genommen muss natürlich, in Berücksichtigung der Entstehung, die Deutung eine umgekehrte sein, aber die Stämme des Scolex werden an Stärke jetzt nicht mehr von denen des Erzeugers erreicht und erscheinen somit als Ausgangspunkte des Systemes.

Die zahlreichsten Gefässe kann man am Sacke beobachten, der ja auch jetzt noch immer die hauptsächlichste Rolle für die Ernährung hat. Hier kann man sich auch mit absoluter Gewissheit davon überzeugen, dass die Kalkkörperchen nicht frei im Parenchym, sondern vielmehr in Auftreibungen der kleinen Gefässe liegen. Die Vermuthung von Claparède[1], dass seine für Trematoden gemachte Entdeckung auch auf Cestoden Anwendung finden werde, erscheint hiernach als vollkommen gerechtfertigt (Fig. 8). Die gleiche Bedeutung des Gefässsystems bei Trematoden und Cestoden kann überhaupt im Allgemeinen nicht bezweifelt werden. Im Einzelnen dürften jedoch die Untersuchungen noch nicht als abgeschlossen zu betrachten sein. Abgesehn von einzelnen anatomischen Einrichtungen bei Trematoden, bleibt es wohl physiologisch immer noch etwas ungewiss, ob alle jene Konkremente in den Gefässen und demnach vielleicht auch alle Abtheilungen des Gefässsystems vollständig analog sind.

Was zunächst jene stark lichtbrechenden, ungeschichteten Konkretionen anbetrifft, welche bei encystirten Trematoden

1) Siebold u. Kölliker, Zeitschr. f. w. Z. 1857, 99 ff.

gebildet werden und da, wo die Cyste, wie bei Tetracotyle, nur eine alte Haut ist, durch deren Oeffnungen nach Aussen gelangen, während sie in wahren geschlossenen Cysten allmälig aufgespeichert die Ausführungsgefässe stark ausdehnen, so möchten diese wohl ohne Zweifel als wahre Excremente betrachtet werden dürfen. Ob das aber für alle Konkretionen und besonders für die grossen, in der Haut der Cestoden und einzelner Trematoden (in unserm Falle ausschliesslich in der Scolexbildenden Blase) angesammelten Kalkkonkremente gilt, die mit ziemlicher Regelmässigkeit in den kleinen Gefässästen vertheilt sind und niemals in die grössern Stämme übergehen, dürfte doch noch nicht in gleichem Maasse ausgemacht sein. Man kann freilich denken, dass eine Entleerung wegen der Vergänglichkeit der Blase oder der Proglottiden hier unnöthig sei und in der Kette kaum würde gedacht werden können. Aber das trifft nur für die Cestoden zu. Eben so möglich ist es vielleicht, dass diese um eine verschiedenartige Kernmasse (Fig. 7 d, e) oft mehrfach geschichteten Konkremente als Reservoirs von Kalk dienen, die je nach der Mischung der in den Gefässen treibenden Flüssigkeit, welche die Vermittlerin zwischen dem Parenchym und der Darmflüssigkeit oder den Säften des Wohnthiers ist, Schichten anzusetzen oder abzugeben im Stande sind, als Einrichtungen also, die jener Flüssigkeit einen bestimmten Sättigungsgrad an den in ihnen enthaltnen Kalksalzen sichern. Man sieht auch öfters Gefässstämme, deren Zweige nie Concremente enthalten, hart neben solchen mit derartigen Ablagerungen verlaufen, ohne dass beide zusammenträten. Es bleibt demnach noch weiter die Möglichkeit, dass zwei im Grunde verschieden funktionirende Gefässsysteme ohne weitre Beziehung zu einander schliesslich nur beide auf gleiche Weise in die grossen Längsstämme eintreten, welche letztere dann gleich Canälen und Pumpwerken die Durchspülung des ganzen Organismus besorgen. Jedenfalls aber bedarf es noch ausführlicher Untersuchungen dieses Gegenstandes, um den Hypothesen, deren wir nun doch einmal nicht entbehren können, einigermassen genügende Grundlagen zu geben.

An dem hintern Ende der Embryonalblase des *Echinobothrium* war zwar eine deutliche Einziehung bemerklich, doch konnte eine Caudalöffnung nicht unterschieden werden.[1]

In dem so eben ausführlich geschilderten Entwicklungszustande gelang es nicht nur, den Scolex künstlich aus der vordern Oeffnung der Blase auszudrücken, sondern es trat derselbe auch selbstständig hervor. Der Scolex zeigte eine beginnende Gliederbildung und hing der Schwanzblase nur noch locker an. Die Verbindung konnte im mikroskopischen Präparate aufbewahrt werden. Die Schwanzblase zieht sich stark zusammen, und so könnten vielleicht Zweifel bleiben, ob die in beigegebner Abbildung von uns gezeichnete Abschnürung derselben (Fig. 4) in einen hintern und vordern Theil eine zufällige sei, oder vielleicht jener Stelle entspräche, wo an der vordern Mündung des Sackes auch früher, während der Einstülpung des Scolex, die Ringmuskeln am kürzesten waren. Im letztern Falle würde zugleich der Beweis geführt sein, dass die innere Blase oder doch ein Theil derselben der äussern durch Organisation, namentlich durch Gegenwart der Concremente, gleich sei. Die Gefässverbindung sprach dafür, aber die Sache ist überhaupt wohl weniger wesentlich, als sie scheint und könnte leicht bei verschiednen Arten sich verschieden verhalten. Rasch und namentlich, bevor die Segmentirung weitre Fortschritte macht, wird die gesammte Schwanzblase abgestossen.

Diejenigen Individuen, welche bereits im Darme der Rochen gefunden wurden, hatten jedoch wenigstens schon einen Theil der Halshakenreihen gebildet. Bei den erwachsenen Thieren fanden sich meist acht deutlich abgesetzte Glieder (Fig. 5), nicht drei, wie es Wagener für seine Art angiebt. Die letzten Glieder zeigten eben erst den Beginn der männlichen Geschlechtsreife, noch kein fertiges Sperma, und enthielten in der Mittellinie, fern von der seitlichen Geschlechtsöffnung, einen ansehnlichen, aufgerollten

1) An freien Scolices aus dem Darme der Makrele u. a. Fische wurde ein solcher Porus vielfach nachgewiesen.

Penis. Schon so unfertige Glieder lösten sich jedoch mit grösster Leichtigkeit ab. Bis zur vollständigen männlichen Reife (Fig. 6) erreichen dieselben übrigens vielleicht das Zwanzigfache ihres Volumens. Da dann später auch noch die weiblichen Funktionen zu erfüllen sind, so fällt bei *Echinobothrium* ein wichtigerer und längerer Theil der Lebenszeit auf das Einzelleben der Proglottis, als auf ihr Verweilen in der Kette. Es tritt wie hier, so überhaupt vorzugsweise bei den Cestoden der Seefische die vom verehrten Meister der Helminthologie van Beneden erkannte Analogie zwischen Cestodengliedern und Trematoden hervor. Nur wer bei diesen die grosse Neigung zum Zerfall der Ketten und die lebenskräftige Individualität der Glieder erkannt hat, ist ganz im Stande, über jene Frage sich ein Urtheil zu bilden.

Was die oben beschriebenen jüngern Zustände des *Echinobothrium* betrifft, so war es natürlich, dieselben ursprünglich in einem Thiere zu vermuthen, welches den Rochen zur Nahrung dient. Unsre Rochen hatten nur Crustaceen gefressen, die zwei grössten, die uns zu Gebote standen, das eine Mal nur Paguren, das andre Mal nur Garnelen. Zwischen den Resten dieser Krebse lagen die jüngsten Formen des Cestoden. Eine Mittheilung, welche wir Herrn van Beneden verdanken, führt uns einen Schritt weiter. Derselbe fand in der That die cysticerke Form unsres Bandwurms in Gammarinen auf. Weil er die Echinobothrien aber nur in jungen Rochen fand, war er geneigt gewesen, einige Ausschliesslichkeit hierauf zu begründen, und zwar der Art, dass im Allgemeinen nur junge Rochen mit diesem Helminthen infizirt würden. Da unsre Exemplare zum Theil jedoch viele Pfunde wogen und trotzdem ganz junge Parasiten enthielten, so fällt diese Hypothese wohl weg. Auch muss es nach unserm Befunde sehr zweifelhaft erscheinen, ob der sechshakige Embryo nur und ausschliesslich in Gammarinen zur Entwicklung zu gelangen vermöchte. Wahrscheinlich vielmehr, dass auch bei den Cestoden für diese Lebensperiode eine grössere Licenz des Wohnthiers besteht, wenn wir unsere Thiere auch nicht vollständig den in dieser Beziehung so

wenig beschränkten encystirten Zuständen der Trematoden gleich setzen dürfen. Ausserordentlich wichtig würde es für diese Frage sein, mit Bestimmtheit zu wissen, ob die oben angeführten Beobachtungen von Lespés dieselbe Art betreffen. Wäre dem so, so würde die Licenz in Betreff des Wohnthiers hier allerdings eben so gross sein, als bei dem ruhenden Zwischenzustand der Trematoden. Von gefressnen Schnecken hatten wenigstens unsere Rochen keine Reste bei sich. Die Paguri waren alle ohne Haus; sie waren vermuthlich ertappt worden, als sie sich nach einer neuen Wohnung umsahen. Wie weit der Scolex des *Echinobothrium typus* vorgeschritten sein muss, um in der Raja fortleben und reifen zu können, bleibt ungewiss; selbst die jüngsten gefundnen Blasen sahen sehr gesund aus.

Erklärung der Abbildungen auf Tab. XXII.

Fig. 1. Die erste knospenförmige Anlage im Innern der Embryonalblase von *Echinobothrium typus*.

Fig. 2. Die Blase, einen Scolex enthaltend, an welshem die Bildung der Kopfhaken und der Saugnäpfe begonnen hat.

Fig. 3. Der Scolex mit fertigen Kopfhaken und zweierlei Pigmentansammlungen am Halse ist bereits deutlich gegliedert.

a. Gelbes Pigment.

b. Rothes Pigment.

c. Die Verbindung des Gefässsystems des Scolex mit dem der Blase.

Fip. 4. Der Scolex selbstständig ausgestülpt mit anhängender, durch die Konkremente ausgezeichneter Schwanzblase, früherer umhüllender Embryonalblase.

Fig. 5. Derselbe von der Blase gelöst, weiter gegliedert und bis zum Beginne männlicher Organisation entwickelt.

Fig. 6. Ein frei lebendes Glied auf der Höhe männlicher Reife, Sperma enthaltend.

(Fig. 1—6 sind in 70facher Vergrösserung dargestellt.)

Fig 7 a. Ein unreifer, an der Wurzel noch weicher Haken der Kopfbüschel, von den grössern, 600 Mal.

b. Ein reifer, von den kleinern, auch aus den Büscheln, 600 Mal.

c. Ein dreiwurzliger Halshaken 600 Mal.

d u. e. Verschiedene geschichtete Kalkkörner 300 Mal.

Fig. 8. Die Lage der Kalkkonkremente in den Erweiterungen der feinen Gefässäste.

Die Entwicklung von Spio.

(Hierzu Tab. XXIII.)

Die Entwicklung einer Annelidenlarve, welche nur eine Reihe ziemlich einfacher Veränderungen durchläuft, dürfte um so eher der Mittheilung werth erscheinen, als es bisher so selten gelang, den ganzen Cyklus, den eine Form zu durchlaufen hat, zu beobachten.

Es handelt sich hier ohne Zweifel um eine *Spio*, deren Charaktere sich jedoch nicht so weit ausbildeten, dass sie eine Artunterscheidung mit Bestimmtheit gestattet hätten. Man könnte durch die in den entwickeltsten Formen (Fig. 5) bereits eingetretene Kerbung der Fühlercirrhen an *Spio crenaticornis* erinnert werden (und diese lebt in der That um Helgoland), jedoch sind die Schilderungen, welche Fabricius von seinen Arten gibt[1]), wie auch die Beschreibungen späterer Autoren so wenig erschöpfend, dass man den Vergleich mit einer Larve nicht ziehen und unmöglich sie auszuschliessen im Stande ist.

Die jüngsten beobachteten Formen bestehen aus einem fast kuglig erscheinenden Körper, welcher sich in steten rotirenden Bewegungen umhertreibt. Bei näherem Beschauen erweist sich derselbe jedoch als der etwas eingezogene Zustand einer länglichen Larve (Fig. 1), welche in der Mitte und hinten mit einem Wimperkranz ausgerüstet ist und einen granulirten Inhalt einschliesst. Die weitere Untersuchung lehrt, dass auch der Scheitel stark wimpert und dass

1) Am ausführlichsten in Schriften der naturf. Freunde zu Berlin ältere Folge VI. p. 260 ff. Tab. V.

die ganze Oberfläche mit feinen Haaren bedeckt ist. Es ist wohl kein Zweifel, dass die Veränderungen, welche diese Larve erlitt, seit sie als wimpernder Embryo das Ei verliess, fast gleich Null waren. Durch den mittlern Wimperkranz ist der Körper in eine vordre und hintre Hälfte getheilt. Die Wimpern bilden den Saum der vordern Abtheilung, welche sich kappenförmig über die hintere hinüberbiegt. Aus ihr bildet sich der Scheitel oder Kopflappen mit den Fühlercirrhen, die zuerst als kurze wimpernde Läppchen erscheinen, während die hintre Körperhälfte sich zum Leibe gliedert und den Mund, sowie dicht hinter der Gränzlinie das vorderste grosse Borstenhöckerpaar hervortreibt (Fig. II). Das mit der Andeutung zweier Seitenhöcker versehne Afterende wird in der Art von dem hintern Wimperkranz umhüllt, dass es aus diesem vorgestreckt und in ihn zurückgezogen werden kann. Weiterhin lagert sich Pigment an den Marken der Glieder ab, auf den Gliedern entwickeln sich Borsten, die aber an Grösse weit hinter denen des vordern Endes zurück bleiben, und die Wimpern gehen immer mehr verloren. Die Seitenansicht (Fig. 3) ist instruktiv für die Lage des Mundes in der Rinne am Bauche zwischen den radförmig auslaufenden Enden des Wimperkragens. Wir haben nunmehr die Form vor uns, welche Busch in seinen Beobachtungen über wirbellose Seethiere Tab. VII. Fig. 6 und 7 als höhere Entwicklung des Lovén'schen Typus zeichnet, vielleicht dieselbe Art.

Gehen wir einen Schritt weiter (Fig. 4), so hat die immer noch in sich überkugelnder Bewegung schwimmende Larve keinen eigentlichen Wimperkragen mehr. Durch die weit stärkere Entwicklung und Gliederung des hintern Körpertheils nach vorne gerückt, ist derselbe an dem Kopflappen, welcher jetzt eine solide Masse bildet und ausser den Anfängen der Cirrhen nunmehr auch 2 Paar röthliche Augenflecke und grünliche Pigmentkörner trägt, auf einzelne wimpernde Stellen, so besonders um die Basis der Fühler, reducirt worden. Der Kopflappen selbst erscheint schon jetzt zuweilen eingedrückt in den Körper, so dass der Mund ganz vorn zu liegen kommt. Das vordre Borstenhöckerpaar hat

unterdessen seine Borsten vollendet. Es sind ihrer jederseits 30—40, sie haben fast die Länge des ganzen Körpers, sind schachtelhalmartig gezähnt (Fig. 6) und mit einigen wenigen kürzern, breitern, mehr schwerdtförmigen untermischt. Hinter ihnen bilden kleine schmale Lappen vielleicht die Anfänge von Rückenfäden.

Am Leibe sind zu dieser Zeit fünf gesonderte Glieder mit zwei Borstenbündelreihen zu erkennen, dahinter ein grösseres borstenloses mit grossen sternförmigen Pigmentflecken und Wimperkranz, aus welchem ab und zu der After vorgestreckt wird. Die Borstenbündel der Glieder enthalten etwa fünf Borsten, kleiner als die des Mundsegmentes, aber gleich gebaut; neben ihnen sind ganz kleine stäbchenförmige Spitzchen in eine Gruppe gestellt, vorn zu je vieren, welche Zahl nach hinten auf zwei herabsinkt. Hier und da findet sich Wimperung auf der äussern Haut der Glieder.

Es läge nun die Vermuthung nahe, dass bei *Spio*, nach Analogie mit der nahe verwandten *Nerine* [1]), die gewaltigen Borstenbüschel neben dem Munde nur provisorische Organe seien und mit der Zeit abfielen. Es ist dies jedoch nicht so. An grössern Exemplaren, bis zu vier und zwanzig Gliedern, welche entsprechend ihrer immer noch frei schwimmenden Lebensweise auch noch den hintern Wimpernkranz besassen, waren nicht allein die vordern Borsten erhalten, sondern die übrigen waren diesen in der Grösse soweit nahe gekommen, dass man alle zusammen als definitive Organe betrachten musste. Es schliesst dies freilich nicht aus, dass allmälig die Zahl derselben reducirt werden könnte.

Die Fühler haben dann (Fig. 5), wenngleich nur eine mässige Länge, doch eine deutlich gestreckte Gestalt; sie sind geringelt und enthalten einen Hohlraum. Die Augen des vordern Paares sind jedes in drei Theile zerfallen. Die Wimperung des Kopfes wird nur noch an der Basis der Fühler bemerkt, starke schwarze Pigmentflecke sind an ihm zu sehen.

---

1) Archiv für Naturgeschichte 1855, I. p. 63.

Es schliessen sich diese Jugendzustände von *Spio* in ihrer pelagischen Lebensweise genau an die von *Nerine* an. Erst nach Verlust der Wimpern, dann, wenn die vordern Lappen mit dem dichten Borstenbündel nicht mehr fähig sind den gestreckten Körper voran zu rudern, gehen die Thiere auf den Grund und bauen ihr Rohr, welches sie fortan nur noch selten verlassen, um durch Schlängelung des Leibes zu schwimmen oder zu kriechen.

Ausser den Larven von Busch, deren oben Erwähnung geschah, weist die Litteratur noch andere nach, die den verschiedenen Entwicklungsstufen unserer *Spio* sehr nahe stehn, oder mit ihnen gar identisch sind. So gleicht eine Figur von Slabber[1]) auffallend unsrer Fig. 4, eine von Oersted[2]) unsrer Fig. 2. Letztere wird zwar vom Verfasser auf *Leucodore ciliata* bezogen, aber nur weil sie in Gesellschaft dieses Kiemenwurms schwimmend gefunden wurde. Die von Frey und Leuckart[3]) beschriebene Form gehört zwar in die Nähe, ist aber doch wohl der Art nach nicht dieselbe.

Erklärung der Abbildungen auf Tab. XXIII.

Fig. 1—4. Die Spiolarve in verschiedenen Entwicklungsstufen, 140 Mal vergrössert.

Fig. 5. Kopf einer Spiolarve mit 24 Gliedern, 140 Mal vergrössert

Fig. 6. Spitze einer der grossen Borsten, 540 Mal vergrössert.

---

1) Naturk. Verlustigungen 1778. Pl. XVII. Fig. 5. V. 156.

2) Annul. Dan. Consp. fasc. I. 1843. Tab. VI. Fig. 96.

3) Beitr. z. Kenntniss wirbelloser Thiere. Tab. I. Fig. 19. p. 98.

Ueber den oberen Kehlkopf der Vögel.

Von

WILHELM BOCCIUS.[1])

(Hierzu Taf. XXIV.)

Dass sich bei allen Vögeln, ausser dem den meisten zukommenden stimmbildenden Organ, dem sogenannten unteren Kehlkopf, noch ein anderes Organ vorfindet, welches in seinem Bau unverkennbar dem larynx der übrigen Thierklassen entspricht, ist eine Thatsache, welche nicht nur den neueren, sondern auch schon den ältesten Naturforschern bekannt war; bereits Aristoteles erwähnt und beschreibt ihn in seiner historia animalium.[2]) Merkwürdig verschieden aber und zum Theil gradezu entgegengesetzt sind von je her die Ansichten der verschiedenen Beobachter und Schriftsteller über die einzelnen, dieses Organ zusammensetzenden Theile gewesen, sowohl was Form, Zahl und Anordnung derselben, als auch was ihre Deutung betrifft. Letztere namentlich ist es, welche den Schriftstellern viel zu schaffen machte und die heterogensten Ansichten hervorrief. Alle verglichen den oberen Kehlkopf mit dem larynx der Säugethiere, aber der Eine glaubte in diesem, der Andere in jenem Stück ein Analogon für ein bestimmtes Element des Säugethierkehlkopfs zu finden, und gab ihm darnach den entsprechenden Namen, ein Verfahren, wel-

1) Diese Abhandlung ist als Inaugural-Dissertation in Rostock erschienen und nicht weiter verbreitet worden. P.

2) Aristoteles historia animal. Libr. 4. Cap. 2.

ches begreiflicher Weise eine bedeutende Verwirrung in der Bezeichnung der einzelnen Theile herbeiführen musste. Noch grösser wurde diese Verwirrung dadurch, dass der eine Forscher da nur ein Stück sah und beschrieb, wo der andere zwei oder noch mehr zu erkennen glaubte, der eine also den Kehlkopf nur aus zwei, z. B. Fabricius ab Aquapendente, der andere aus drei, wie Perrault, ein dritter endlich, wie Meckel, aus sechs Theilen bestehen liese. Uebereinstimmender sind die Ansichten der älteren Schriftsteller darin, dass dem Vogelkehlkopf, ebenso wie dem der Säugethiere, Stimmbänder und eine Stimmritze zukommen. Als die die Stimmritze bildenden Theile werden die cartilagines arytaenoideae bezeichnet, diese knorpeligen, sehr häufig sogar knöchernen Stücke also als Stimmbänder gedeutet. Nur Cuvier theilt diese Ansicht nicht. Er beschreibt die oberen Stimmritzenbänder, nimmt aber den Mangel der Giessbeckenknorpel an. Carus deutet die Giessbeckenstücke als Santorinische Knochen. Fast ebenso allgemein wird von den verschiedenen Schriftstellern der Mangel des Kehldeckels angenommen (Aristoteles, Fabricius ab Aquapendente, Cuvier, Gasseri, Blumenbach, Tiedemann, Rudolphi). Warren, Carus und Nitzsch beanspruchen ihn dagegen für einige Vogelgattungen und Species, und Geoffroy schreibt ihn sogar allen Vögeln zu. —

Es liegt durchaus nicht in dem Plane dieser Arbeit, alle einzelnen Ansichten der verschiedenen Schriftsteller darzulegen. Die Anführung dieser wenigen Einzelnheiten sollte nur zum Beleg dessen dienen, was oben über die wunderbare Verwirrung in Bezug auf Benennung und Deutung der einzelnen Theile gesagt ist. Eine genauere Angabe der verschiedenen Meinungen der älteren und neueren Forscher nebst Hinweisung auf die Quellen findet sich in Henle's Schrift über den Kehlkopf,[1]) und wird deshalb in dieser Beziehung

1) Vergleichende anatomische Beschreibung des Kehlkopfs mit besonderer Berücksichtigung des Kehlkopfs der Reptilien von D. J. Henle. Leipzig 1839.

auf die betreffenden Seiten verwiesen (pag. 55—57). Henle hat in genannter Schrift das Ausführlichste geliefert, was über die Anatomie des Vogelkehlkopfs vorliegt, und wird sich im Verlaufe dieser Arbeit oftmals Gelegenheit finden, auf dieses Werk zurückzukommen.

Der Zweck dieser Abhandlung ist durchaus nicht dahin gerichtet, eine vollständige und geschlossene vergleichend-anatomische Abhandlung über den Kehlkopf der Vögel zu geben; es handelte sich nur darum, das Wichtige und Wesentliche von dem Unwichtigen und Unwesentlichen zu scheiden, und die einzelnen Haupttheile und Verhältnisse recht zu würdigen und klar darzulegen. — Vor jeder Beschreibung des Vogelkehlkopfs sei noch in Bezug auf Nomenclatur bemerkt, dass bei der Bezeichnung der einzelnen Elemente diejenige gewählt ist, welcher Herr Professor Stannius sich bedient. Oeffentlich gebrauchte er dieselbe zuerst, als er auf der letzten Ornithologenversammlung zu Rostock einen Vortrag über den oberen Kehlkopf der Vögel hielt, in welchem er sowohl seinen allgemeinen Bau, als auch seine Eigenthümlichkeiten bei grösseren Gruppen und einzelnen Arten an Präparaten erläuterte. Herr Professor Stannius, der zuerst den Gedanken zu dieser Arbeit in mir erweckte, hat mich bei derselben nicht nur durch Ueberlassung eines Theils seiner vielen Präparate, sondern auch in jeder anderen Hinsicht rathend und helfend unterstützt, weshalb ich mich gedrungen fühle, meinem hochgeschätzten Lehrer hiemit öffentlich meinen wohlgemeinten und innigsten Dank auszusprechen.

Lage des Kehlkopfs.

Oeffnet man bei einem Vogel den Schnabel, und zieht, um die hinteren und tiefer gelegenen Theile besser überblicken zu können, die Zunge etwas hervor, so erblickt man hinter dem Ende des unbeweglichen Zungentheils (des auf dem Zungenbeinkörper ruhenden eigentlichen Geschmacksorganes, nach Stannius) eine in der Mittellinie liegende länglich-ovale Oeffnung. Diese Oeffnung, ostium laryngis, bildet den Eingang zu den Luftwegen, und führt zunächst direkt in den oberen

Kehlkopf. Geht, was gewöhnlich der Fall ist,[1]) von der Mitte des Zungenbeinkörpers ein nach unten und hinten gerichteter, von Stannius als Zungenbeinkiel bezeichneter Fortsatz aus, so liegt derselbe unter dem Kehlkopf, und bildet eine Grundlage für diesen. An die Basis des Kehlkopfs reihen sich die einzelnen, die trachea zusammensetzenden Ringe und Bogen.

Beschreibung der Gestalt und Zusammensetzung der einzelnen, den Kehlkopf ausmachenden, soliden Theile.

Das grösste, so zu sagen das Hauptstück, der den Kehlkopf zusammensetzenden Theile nimmt die ganze vordere Fläche derselben ein, pars thyreoidea. Sie bildet eine senkrecht stehende Platte, welche in der Mitte am höchsten ist und nach den Seiten hin allmälich sich abflacht. Ihre vordere Fläche ist schwach convex, ihre hintere schwach concav gebogen. Nach oben oder vorn hin endet sie mit einem freien Rande, der in der Mitte mehr oder weniger spitz oder abgerundet ist. Der untere, grade Rand liegt dicht über dem ersten Luftröhrenbogen, und ist durch eine Membran mit demselben verbunden. Die äusseren oder hinteren, meist niedrigen Ränder stehen entweder, ihrer ganzen Länge nach, mit dem zweiten, gleich näher zu beschreibenden Stücke in naher Verbindung, so dass beide Stücke einen eng zusammenhängenden Ring bilden, oder jene Ränder gehen nur an einer beschränkten Stelle eine Verbindung mit dem zweiten Stück ein, indem sie eine kleine Gelenkfläche bilden, welche den entsprechend geformten Gelenkkopf der Seitenstücke aufnimmt. Diese Seitenstücke, von Henle als „viereckige Knorpel“, oder auch als Seitentheile der „cartilago thyreoidea“ bezeichnet, nennt Stannius pars cricoidea, wenn er beide Stücke als ein Ganzes bezeichnen will, welches ringförmig die seitliche und hintere Wand des Kehlkopfs umschliesst;

---

1) Ausnahmen von dieser Regel bilden z. B. die untersuchten Spechte und der Wendehals, indem ihnen der Zungenbeinkiel fehlt.

will er dagegen die beiden Stücke dieser pars cricoidea einzeln bezeichnen, so thut er es durch die Ausdrücke crura partis cricoideae. Die crura bilden, wie schon oben erwähnt, die seitliche und hintere, dorsale Wand des Kehlkopfs, und liegen hinten in der Mittellinie entweder mit ihren freien Rändern dicht neben einander, oder sind durch ein Gelenk mit einander verbunden. Sie sind entweder breit und plattenförmig, oder schmal und leistenförmig. Im ersteren Falle sind sie der pars thyreoidea unmittelbar ohne Gelenk angeschlossen, haben eine nach aussen convexe, nach innen concave Fläche und vier Ränder, von denen der obere mehr oder weniger ausgeschweift, meist etwas verdickt und aufgeworfen ist und als unmittelbare Fortsetzung des oberen scharfen Randes der pars thyreoidea erscheint. Der vordere, äussere Rand steht mit dem entsprechenden Rande der pars thyreoidea in Verbindung, der hintere, innere liegt dem entsprechenden Rande des gleichnamigen Schenkels der andern Seite nahe an und der untere, den unteren Rand der pars thyreoidea fortsetzend, steht, wie dieser, unmittelbar über den ersten Ring der trachea. Unter der zweiten Bedingung bilden die mehr oder weniger gebogenen, im Verhältniss zur Länge schmalen und dünnen Schenkel der pars cricoidea einen niedrigen Halbring, welcher die Kehlkopfshöhle seitlich und hinten umgiebt. — Das dritte Stück, von früheren Schriftstellern und auch von Henle als cartilago cricoidea bezeichnet, heisst pars articularis. Die Gestalt dieses kleinen, meist sehr unansehnlichen Mittelstücks ist verschieden; unregelmässig viereckig, rhombisch, dreieckig. Es liegt immer in der Mittellinie, und zwar gewöhnlich in dem Ausschnitt, welchen die Enden der crura partis cricoideae bilden. Nur selten ist es tiefer zwischen die hinteren, inneren Ränder des Ringstücks eingesenkt. Eine förmliche Einkeilung zwischen den hinteren, inneren Rändern der crura findet sich fast nur bei den Hühnervögeln und Tauben (Siehe das Nähere weiter unten bei Aufführung der einzelnen Species). Am oberen Rande trägt dieses Stück jederseits eine kleine Gelenkfläche zur Aufnahme der Basis der gleich näher zu beschreibenden partes arytae-

noideae. Häufig ist die pars articularis von aussen gar nicht zu sehen, weil dieselbe an sich unbedeutend und klein ist, und weil sie bei vielen Vögeln etwas nach vorn in die Kehlkopfshöhle hineingedrückt ist, so dass sie durch die pars cricoidea und partes arytaenoideae, oder vielmehr durch die nach hinten ziehenden Fortsätze derselben fast ganz verdeckt wird, z. B. bei den untersuchten *Striges.* — Die partes arytaenoideae, von Henle als cartilagines arytaenoideae bezeichnet, stellen zwei längliche, dünne und schmale, meist dreiseitige Stücke dar, welche sich von der pars articularis aus, dem oberen Rande der pars cricoidea und thyreoidea entlang, bis zur Spitze dieser letzteren hinziehen, und dort frei endigen. Die eine der langen Seiten ist also dem oberen Rande der pars cricoidea zugewandt, und liegt demselben meist ziemlich nahe an, während die andere das ostium laryngis begränzt. Von dieser inneren Seite geht ungefähr in der Mitte ein Fortsatz ab, der, nach hinten ziehend, dem entsprechenden Fortsatz der anderen Seite sich nähert. Diese von Stannius besonders hervorgehobenen und von ihm als processus spinosi bezeichneten Fortsätze finden sich ganz constant, und dienen zwei Stacheln zur Grundlage, welche an dem hinteren Ende des ostium laryngis zu beiden Seiten oberflächlich frei zu Tage liegen. Die Länge dieser Fortsätze ist bei den verschiedenen Vögeln verschieden; lang sind sie z. B. bei den Krähen, Hühnern und Raubvögeln, kurz bei den Papageien. Dass diese Fortsätze bei dem angegebenen Verlauf nach hinten zu das ostium laryngis begränzen müssen, während die Begränzung vorne durch die inneren Seiten der partes arytaenoideae selbst geschieht, wird einleuchtend sein.

Diese bisher genannten und beschriebenen Theile sind die wirklich wesentlichen, soliden Bestandtheile des Kehlkopfs, was schon daraus hervorgeht, dass keiner derselben bei irgend einem Vogel fehlt. Die übrigen, von verschiedenen Schriftstellern, und auch von Henle aufgeführten und beschriebenen Theile finden sich erstlich bei weitem nicht bei allen Vögeln, und sind ausserdem häufig so undeutlich und wenig in die Augen springend, dass man sie höchstens in Betracht

einer schwachen Analogie mit den Reptilien und Säugethieren erkennen kann. Der eine dieser Theile ist der sogenannte processus epiglotticus. Mit diesem Namen hat man die obere Spitze der pars thyreoidea bezeichnet, welche meistens gar nicht, oder nur sehr undeutlich von der pars thyreoidea abgegränzt ist. Näher besprochen und beschrieben ist dieser processus epiglotticus in einer Abhandlung von Nitzsch[1]) und auch in Henle's Schrift. Ein zweiter, ebenfalls viel besprochener, und von Alexander von Humboldt[2]) zuerst beachteter Theil ist ein longitudinaler Vorsprung an der inneren Fläche der vorderen Wand des Schildstücks. Man trifft diesen, von Humboldt als „Sockel“ bezeichneten Fortsatz bei weitem nicht bei allen Vögeln an, oder wenigstens nur eine Andeutung desselben in Gestalt eines unbedeutenden tuberculum. Wenn er vollständig und deutlich ausgebildet ist, wie bei den meisten Schwimm- und Sumpfvögeln,[3]) so stellt er einen verticalen Längsvorsprung dar, welcher sich von der Innenfläche der pars thyreoidea erhebt, und oft weit in die Höhle des larynx hineinragt. Da dieser Vorsprung lange nicht allen Vögeln zukommt, so ist auch nicht einzusehen, wie Henle ganz allgemein bei der Beschreibung der „viereckigen Knorpel“ sagen kann: „Der obere Rand dieser Knorpel ist zum Theil frei, zum Theil von den folgenden bedeckt, und erscheint als eine Fortsetzung des oberen Randes des Sockels auf die hintere Kehlkopfsfläche; der untere Rand des viereckigen Knorpels, den unteren Rand des Sockels fortsetzend, ruht, wie dieser, auf dem ersten Trachealring. Demnach erweisen sich die viereckigen Knorpel fast nur als die nach hinten umgebogenen, niedrigen Seitentheile des Sockels, und in der That sind sie mit diesem oft vollkommen verwachsen, so dass auch viele den Sok-

1) Meckel's Archiv 1826 p. 616.

2) Observations de Zoologie p. 2.

3) Eine Aufzählung der einzelnen Ordnungen und Gattungen, bei welchen ein Sockel angetroffen wird, siehe in Meckel's System der vergleichenden Anatomie p. 458—459. — Dieser Sockel ist bekanntlich bei einigen Schwimmvögeln in den Hohlraum der Luftröhre fortgesetzt.

kel und die viereckigen Knorpel zusammen als einen ringförmigen, hinten offenen Knorpel beschrieben."

Häutige Gebilde des Kehlkopfs.

An allen Stellen, wo die einzelnen soliden Elemente nicht durch Naht, Knorpel oder Articulation mit einander verbunden sind, wird eine Verbindung zwischen denselben durch dünne Membranen hergestellt, so dass die Kehlkopfshöhle, ausgenommen oben und unten, von allen Seiten vollständig begrenzt ist. Ebenso befindet sich auch zwischen der Basis des Kehlkopfs und dem ersten Luftröhrenbogen eine verbindende Membran. — Die Ränder des ostium laryngis, sowie die ganze Höhle des Kehlkopfs, ist mit einer Schleimhaut überzogen, eine Fortsetzung der den unbeweglichen Zungentheil bekleidenden Schleimhaut.

Structur- und Texturverhältnisse der einzelnen Elemente.

Was den Bau der pars thyreoidea anlangt, so kann man bei den meisten Vögeln die Entstehung derselben aus einzelnen Bogen oder Halbringen deutlich wahrnehmen. Bei jungen Vögeln sind sie fast immer deutlicher zu erkennen, als bei alten gleicher Art. Ein Beispiel unter vielen ist *Corvus corax*. Aber auch noch bei vielen ausgewachsenen Vögeln findet sich die Andeutung solcher Halbringe am unteren Rande des Schildtheils, und zwar gewöhnlich in der Weise, dass die untersten sich am deutlichsten als Halbringe präsentiren, während die oberen oft erst bei sehr genauer Besichtigung zu erkennen sind. Die Zahl derselben ist verschieden, meist jedoch finden sich nur einer oder zwei. Zwei fand ich z. B. bei der Krähe, bei *Falco lagopus*, drei beim Huhn, bei *Crax Alector* und bei *Alcedo rudis*. Henle führt (pag. 59) an, dass er bei *Crypturus* vier Halbringe, und ebenso auch bei *Falco albicilla* vier, von denen die beiden oberen jedoch sehr schwach waren, gesehen habe. Diese Trennung in einzelne Halbringe ist bald nur in der Mitte, bald nur an den Seiten deutlich wahrnehmbar. Wo sich die Spuren der Trennung

in einzelne Halbringe gar nicht auffinden lassen, oder auch noch neben solchen Spuren, giebt sich die Entstehung des Schildtheils aus einzelnen Stücken dadurch zu erkennen, dass die Platte von mehreren, meist der Quere nach verlaufenden Spalten oder Einziehungen durchzogen ist. — Fast immer findet man die pars thyreoidea, mit etwaiger Ausnahme der oberen Spitze, vollständig knöchern. Henle führt an, (pag. 58), dass bei den straussartigen Vögeln die ganze pars thyreoidea aus Knorpel bestehe. Wegen dieser Wandelbarkeit der histologischen Verhältnisse, welche bei den übrigen Elementen noch bei weitem grösser ist, scheint es durchaus gerechtfertigt, wenn man, wie Stannius es gethan, die Benennung cartilago thyreoidea, cricoidea etc. ganz fallen lässt, und die einzelnen Elemente als partes bezeichnet; denn soll man einen Theil, der ebenso häufig oder noch häufiger knöchern als knorpelig ist, nur desshalb Knorpel nennen, weil der Ausdruck einmal althergebracht ist? — Die Schenkel der pars cricoidea sind zum Theil knöchern, zum Theil knorpelig, nur in seltenen Fällen bestehen sie ganz aus Knochen oder Knorpel. Ersteres kann man bei den Papageien wahrnehmen, Letzteres nach Henle (pag. 58) bei den straussartigen Vögeln. Dagegen sagt Meckel in Bezug auf den zweizehigen Strauss:[1] „Merkwürdig ist noch, dass, mit Ausnahme des ganz knöchernen Schildknorpels, alle Theile blos knorpelig sind, unstreitig wohl eine Säugethierähnlichkeit.“ — Eine vollständig knorpelige pars cricoidea fand ich bei *Crax Alector* und *Pterocles setarius*. Am gewöhnlichsten findet man den mittleren Theil knöchern, während das vordere und hintere Ende, namentlich aber das erstere aus Knorpelsubstanz gebildet ist. Die geringsten Verschiedenheiten in histologischer Beziehung bietet das hintere Mittelstück, die pars articularis. Dasselbe ist nämlich fast immer vollständig ossificirt. Von knorpeliger Textur fand ich es nur bei *Crax Alector*, *Pterocles setarius*, *Upupa epops* und *Strix Aluco*. Grössere Mannichfaltigkeit zeigt sich in dieser Beziehung wiederum bei dem

1) Meckel's System der vergleichenden Anatomie. pag. 478.

letzten Element. Gewöhnlich ist die pars arytaenoidea zum Theil knöchern, zum Theil knorpelig; knöchern meist nach der Basis, knorpelig nach dem freien Ende hin. Vollständig weich und knorpelig ist, nach Henle's Angabe, (pag. 63) der Giessbeckentheil nur bei *Rhea* und beim Kasuar. Der processus spinosus ist ganz gewöhnlich von knorpeliger Textur, zuweilen ist nur sein hinteres Ende knorpelig, während die Basis aus Knochensubstanz besteht, wie bei *Scolopax rusticula*, *Yunx*, *Picus*.

Genauere Angabe der Verbindungsweise zwischen den einzelnen soliden Elementen.

Die Verbindung zwischen der pars thyreoidea und cricoidea geschieht auf eine dreifache Weise; durch Articulation, durch ein eingeschaltetes, breites Knorpelstück, oder, wenn man will, eine breite Knorpelnaht, und endlich drittens durch eine wirkliche Naht, d. h. eine schmale Knochen- oder Knorpelnaht. Eine vollkommen deutlich ausgesprochene Gelenkverbindung zeigt sich nach Maassgabe der neueren Untersuchungen des Herrn Prof. Stannius, die auf der Ornithologenversammlung mitgetheilt sind, bei allen Singvögeln (*Oscines* im engeren von den neueren Ornithologen adoptirten Wortsinne) und ausserdem bei einigen, durch J. Müller,[1]) wegen abweichender Bildung des unteren Kehlkopfs, von ihnen ausgeschiedenen Vögeln, die gegenwärtig den *Clamatores* zugezählt werden. Die hinteren Ränder der pars thyreoidea tragen an ihrem oberen Theil kleine concave Gelenkflächen, welche den entsprechenden convexen Flächen an den vorderen Rändern der pars cricoidea angepasst sind. Die Verbindung durch ein breites Knorpelstück sieht man bei den meisten Hühnervögeln sehr deutlich z. B. beim Hahn, Auerhahn und *Penelope Marail*, wo es sich als eine kleine Knorpelplatte präsentirt, welche den ganzen nicht unbeträchtlichen

---

1) Ueber die bisher unbekannten typischen Verschiedenheiten der Stimmorgane der Passerinen, von J. Müller. Berlin, 1847.

Raum zwischen den entsprechenden Rändern des Schild- und Ringstücks vollständig ausfüllt.

Bei allen übrigen Vögeln wird die dritte Verbindungsweise, die Nahtverbindung, angetroffen, und zwar bei fast allen *Scansores*, *Grallatores* und *Natatores* eine Knorpelnaht, während eine wirkliche Knochennaht nur sehr wenigen Vögeln dieser Ordnungen zukommt. Unter den von mir untersuchten Species konnte ich sie nur bei *Picus viridis*, *major* und *varius*, *Fulica atra* und *Porphyrio smaragnotus* mit Bestimmtheit nachweisen Bei den Raubvögeln geschieht die Verbindung zwischen Ring- und Schildstück allerdings ebenfalls durch Knorpelnaht, jedoch in einer wohl erwähnenswerthen, eigenthümlichen Weise. Das Ringstück der *Raptatores* ist nämlich nicht plattenförmig, wie bei den eben erwähnten Ordnungen, sondern mehr leistenförmig, wie bei den Singvögeln, von diesem jedoch wiederum dadurch wesentlich unterschieden, dass es bei weitem breiter und dicker ist. Dieses ziemlich massige, leistenförmige Stück nun verbindet sich durch sein vorderes, etwas spitz zulaufendes Ende mit dem hinteren Rande des Schildstücks mittelst eines kleinen rundlichen Knorpelstücks, und zwar mit dem oberen Theil dieses Randes, gerade da, wo derselbe einen kleinen Vorsprung bildet. Durch diese Einrichtung wird dem Ringstück allerdings eine gewisse Beweglichkeit gestattet, jedoch lange nicht eine so ausgedehnte, wie wir sie bei den Singvögeln angetroffen haben. Auf Henle hat diese Verbindungsweise den Eindruck einer Gelenkverbindung gemacht; er sagt nämlich (pag. 59): „Bei den grösseren (nämlich Raubvögeln und den meisten *Passerini*) sieht man zwischen den mittleren und den Seitentheilen eine Art von Gelenk; denn sowohl das vordere Ende des Seitenstücks als der äussere Rand des Mittelstücks sind nicht ossificirt und stellen gleichsam knorpelige Epiphysen an den übrigens grösstentheils knöchernen Stücken dar.“ Gegen diese Angabe ist jedoch zu erwähnen, dass bei den von mir untersuchten Raubvögeln von einem wirklichen Gelenk nie etwas zu sehen war, während bei den von Henle aufgeführten *Passerini* (*Muscicapa*, den *Sylviae*, *Alauda*, *Fringilla*

und *Loxia*) sich nicht nur eine Art von Gelenk, sondern stets ein vollkommen ausgebildetes Gelenk wahrnehmen lässt. Deshalb ist auch Henle's, kurz vor der angeführten Stelle gemachte Angabe, dass sich bei den meisten *Passerini* eine Nahtverbindung nachweisen lasse, als irrthümlich zurückzuweisen. Es heisst (pag. 59): „Mit Bestimmtheit konnte ich aber eine wirkliche Naht nachweisen bei den erwachsenen Raubvögeln und den meisten *Passerini*, namentlich *Muscicapa*, den *Sylvien*, *Alauda*, *Emberiza*, *Fringilla*, *Loxia*, *Crotophaga* u. A." — Bei einigen Vögeln findet man eine so innige Verbindung zwischen der pars thyreoidea und cricoidea, dass fast jede Spur von Trennung verschwindet. Dieses Verhalten fand ich bei *Psittacus* und *Crax Alector*. Bei ersterem bildet Schild- und Ringstück einen continuirlich zusammenhängenden knöchernen, bei letzterem einen knorpeligen Ring. Henle, welcher annimmt, dass das Schild- und Ringstück bei jungen Vögeln verwachsen sind und sich im Alter trennen, sagt hierüber (pag. 58) Folgendes: „Es giebt viele Gattungen, bei welchen das ganze Leben hindurch die drei Theile zu einem einzigen verwachsen, oder richtiger gesprochen, noch ungetrennt sind. Dahin gehören z. B. die Straussartigen und die Papageien. Bei jenen ist der ganze Knorpel, den ich nunmehr Schildknorpel nennen werde, knorpelig, bei diesen knöchern. Auch beim Schwan ist weder in der Jugend noch im Alter eine Spur von Theilung des Schildknorpels zu sehen." Hiegegen sei erwähnt, dass nach Herrn Prof. Stannius' Untersuchungen bei jungen Vögeln eine breite Knorpelnaht vorhanden ist.

Ebenso wie die Verbindung des Schildstücks mit dem Ringstück auf dreifach verschiedene Weise zu Stande kommt, wird auch die Verbindung zwischen den beiden Schenkeln der pars cricoidea auf drei verschiedene Arten bewerkstelligt. Entweder nämlich liegen die hinteren Ränder derselben nahe nebeneinander und sind durch eine Membran verbunden, oder sie articuliren mit einander, oder endlich sie sind durch ein Knorpelstück mit einander vereinigt. Am häufigsten, und bei den verschiedensten Ordnungen und Gattungen der Vögel

findet sich die erst genannte Verbindungsart, z. B. bei fast allen *Grallatores*, bei einigen Schwimm- und Klettervögeln. Der Abstand, welcher zwischen den beiden Rändern bleibt, ist verschieden weit bei den verschiedenen Vögeln, meist jedoch liegen sie fast unmittelbar nebeneinander. Häufig sind es allerdings nicht die Ränder, welche unmittelbar nebeneinander liegen, sondern vielmehr die äusseren Flächen der beiden Schenkel des Ringstücks, ein Verhalten, welches dadurch zu Stande kommt, dass sich die kleinen Platten an ihrem hinteren, inneren Ende etwas nach vorn in die Höhle des Kehlkopfs hineinbiegen. Diese Lagerungsart sieht man namentlich deutlich bei einigen *Grallatores* (*Ardea cinerea*, *Machestes pugnax*) und *Natatores* (*Eudytes arcticus*, *Colymbus cristatus*). Hier bekommt man die umgerollten Ränder erst dann zu Gesicht, wenn man die kleinen Platten etwas nach hinten zieht. Man sieht dann deutlich, dass sie in einer kleinen Entfernung, durch eine Membran oder ein Knorpelstück verbunden, neben einander liegen. Die Gelenkverbindung kommt, so viel ich gesehen habe, ausschliesslich den *Oscines* und den ihnen durch Nitzsch zugezählten, jetzt von ihnen ausgeschiedenen, vorhin erwähnten *Clamatores* zu. Die Articulation geschieht einfach dadurch, dass die kleinen, entsprechend gebauten Gelenkflächen der hinteren, inneren Enden sich aneinander legen. Die ziemlich unbewegliche, durch ein Knorpelstück bewerkstelligte Verbindung fand sich bei allen von mir untersuchten Raubvögeln, ausserdem aber auch bei einigen *Natatores* (*Eudytes arcticus*, *Colymbus cristatus*) und *Grallatores* (*Charadrius auratus*, *Ardea cinerea*). Bei allen Raubvögeln sind die etwas in die Kehlkopfshöhle hinein umgerollten knöchernen Enden durch ein niedriges, schmales Knorpelstück zusammengehalten. Dieses Verhaltens wegen sieht man, so lange die Theile in Ruhe sind, kaum etwas von dem verbindenden Knorpelstück, sondern die Enden der Schenkel scheinen unmittelbar neben einander zu liegen.

Die Verbindung der pars cricoidea mit der pars articularis geschieht gewöhnlich in der Weise, dass das auf der Verbindungsstelle der beiden Schenkel ruhende Gelenkstück

entweder nur durch Bindegewebe, oder ganz schmale Membranen an denselben befestigt ist, oder auch an jeder Seite eine kleine, meist concave Gelenkfläche trägt, welche der des Schenkels entspricht. Diese Verbindung durch Articulation sah ich bei fast allen Singvögeln; nur bei einigen konnte ich wegen der bedeutenden Kleinheit der einzelnen Theile das Vorhandensein eines Gelenks nicht mit Sicherheit constatiren. Bei den untersuchten Tauben, bei *Pterocles* und fast allen Hühnervögeln findet sich die Eigenthümlichkeit, dass die pars articularis nicht unmittelbar über den Enden des Ringstücks, sondern zwischen seinen hinteren, inneren Rändern liegt, also eine förmliche Einkeilung erfährt. Der untere Rand des Gelenkstücks reicht dann ebensoweit, oder selbst noch weiter hinab, wie der untere Rand des Ringstücks. Auch bei einigen anderen Vögeln wird eine solche vollständige Einkeilung der pars articularis angetroffen, so bei *Picus major*, *viridis* und *varius*, und bei den beiden Schwimmvögeln: *Phaëton aethereus* und *Pachyptila villata*. Bei manchen anderen Vögeln wird man beim ersten Anblick dadurch leicht zu der Annahme eines solchen Lagerungsverhältnisses verleitet, dass die pars articularis sehr fest in den von dem Ringstück gebildeten Ausschnitt eingesenkt und zum Theil noch wirklich zwischen den hinteren, inneren Rändern desselben gelagert ist. Bei näherer Betrachtung und Präparation sieht man jedoch deutlich, dass die beiden Schenkel des Ringstücks unten unter sich verbunden sind, der untere Rand des Gelenkstücks also immer noch über ihrem unteren Rande sein Ende erreicht. Dieses Verhalten trifft man z. B. bei *Charadrius auratus* und *Scolopax rusticula*, bei *Daption capensis* und *Anas crecca*. Ein ähnliches Lagerungsverhältniss scheint sich nach Meckel's Angabe[1]) auch beim Strauss vorzufinden.

Auf stets gleiche Weise, d. h. durch Articulation, kommt die Verbindung zwischen der pars articularis und den beiden partes arytaenoideae zu Stande. Das Gelenkstück trägt je-

1) Meckel's vergleichende Anatomie p. 477.

derseits an seiner Basis eine kleine concave Gelenkfläche, welche den Gelenkkopf jeder pars arytaenoidea aufnimmt. Eine Abweichung von diesem Verhalten habe ich nirgends aufgezeichnet gefunden und auch selbst nie gesehen.

Interessant und beachtenswerth scheint mir die aus der Verbindungsart der einzelnen Elemente des Kehlkopfs hervorgehende grosse Beweglichkeit derselben bei den *Oscines* und einigen, ihnen nahe verwandten *Clamatores*. Bei allen Vögeln jener Ordnung sind, wie wir gesehen haben, nicht nur das Schild- und Ringstück, sondern auch die Schenkel des Ringstücks unter sich, und diese und das Gelenkstück wiederum durch Articulation mit einander verbunden, eine Verbindungsweise, welche schon an und für sich eine beträchtliche Beweglichkeit der einzelnen Theile und eine bedeutende Ausdehnung der ganzen Kehlkopfshöhle gestattet. Ein diese Verschiebbarkeit und Ausdehnungsfähigkeit begünstigendes Moment findet sich ausserdem aber noch in dem stets vorhandenen, durch eine elastische Membran ausgefüllten Interstitium zwischen dem unteren Rande der pars cricoidea und dem ersten geschlossenen Luftröhrenringe. Welchen Einfluss diese Construction des Kehlkopfs auf den Character des Tons, den Klang, haben, und von welcher Wichtigkeit sie für denselben sein mag, lässt sich vorderhand allerdings nicht berechnen; dass sie aber überhaupt zur Bildung der verschiedenen Töne wesentlich mitwirken kann und auch wirklich mitwirkt, scheint durchaus einleuchtend zu sein. Ebenso wie die Schwingungen der elastischen Wände der Luftröhre, der Bronchien und der übrigen Athmungsorgane einen Einfluss auf den Character des Tons ausüben können, werden auch die Schwingungen, und zwar wegen ihrer grossen Dehnbarkeit ausgiebigen Schwingungen der Kehlkopfswände bei den Singvögeln den Klang des Tons zu modificiren im Stande sein. Man könnte den Kehlkopf nebst dem angrenzenden Ende der Luftröhre mit dem erweiterten Ende eines Blaseinstrumentes vergleichen. Unterschieden würden beide nur darin sein, dass bei diesem die einmal gegebene Erweiterung stets dieselbe bleibt, während jener sich bald veren-

gen, bald erweitern, d. h. je nach der Stärke des eindringenden Luftstroms bald geringere, bald ergiebigere Schwingungen machen kann.

Muskeln des Kehlkopfs.

Da es mir selbst an Zeit und Gelegenheit fehlte, um die Muskeln des Kehlkopfs genauer untersuchen zu können, namentlich aber wegen der jetzigen Jahreszeit an hinlänglichem Material gebrach, um die eigenthümliche und interessante Muskulatur der Gattung *Picus* und *Junx* durch Präparation näher verfolgen zu können, so werde ich im Folgenden gleich zu der Beschreibung einiger Species als Repräsentanten der einzelnen Gattungen und Ordnungen übergehen und nur noch vorher in Bezug auf die Bildung und Anordnung der Muskeln kurz auf die hier einschlägige Literatur verweisen. Beschrieben haben die Muskeln des Kehlkopfs Fabricius ab Aquapendente (De larynge vocis organo P. I. Cap. VII. in opp. omnia Lips. 1687 p. 273), Oliger Jacobaeus (Anatome Psittaci in Act. Soc. Hafn. Vol. II. p. 313), Tiedemann (Zoologie Bd. II. pag. 649) und Meckel (Archiv p. 330 Vergl. Anatomie p. 472). Henle erwähnt in seiner Schrift (pag. 63) kurz die Ansicht dieser verschiedenen Schriftsteller und beschreibt dann im Folgenden selbst die einzelnen Muskeln. Pag. 65 geht er näher auf die Beschreibung der Muskeln bei der Gattung *Picus* ein. Er weicht in seiner Beschreibung in manchen Stücken von der Huber's ab, der dieselben in einer eigenen Schrift (De lingua et osse hyoideo *Pici viridis*. Stuttgart 1821, 4.) abgehandelt hat.

I. Ordnung der Raubvögel, *Raptatores*.

1. Falken, *Accipitrini*.

a) *Falco lagopus*. Die pars thyreoidea läuft ziemlich spitz zu. Ueber ihrem unteren Rande zeigen sich deutlich die Spuren zweier Ringe. Der unterste Ring ist in der Mitte vollständig getrennt, an den Seiten dagegen, namentlich rechts, nur unvollständig. Der erste Trachealring ist hinten nicht geschlossen. Die ganze pars thyreoidea ist, mit Ausnahme

des untern Ringes und der äussersten Spitze, vollständig knöchern. An der Stelle, wo die seitlichen Ränder des Schildstücks kleine Vorsprünge haben, gehen sie ihre Verbindung mit dem Ringstück durch ein kleines rundliches Knorpelstück ein. Unterhalb dieser Verbindungsstelle sind die entsprechenden Ränder des Schild- und Ringstücks durch eine Membran verbunden. Die Schenkel des Ringstücks bilden zwei dicke nach vorn zu sich verjüngende Knochenleisten, welche mit ihren hintern, innern umgebogenen Rändern nahe an einander liegen und durch eine kleine Knorpelplatte mit einander verbunden sind. Unmittelbar über dieser Knorpelplatte liegt die viereckige, unansehnliche pars articularis. Sie ist mit den Schenkeln der pars cricoidea durch sehr schmale Membranen verbunden und trägt an ihrem oberen Rande jederseits zwei Gelenkflächen zur Aufnahme der partes arytaenoideae. Die äusseren Flächen dieser hinten knöchernen, vorn knorpeligen Stücke sind der Länge nach etwas concav, während die innern, das ostium laryngis begränzenden Flächen eben sind. Die von der Mitte abgehenden Fortsätze sind ziemlich lang und dünn, laufen sich einander entgegen und enden dicht neben einander in feine Spitzen. Sie dienen einem häutigen, stachelartigen Gebilde zur Grundlage, welches nach hinten hin die pars articularis und cricoidea und selbst noch die ersten Luftröhrenringe überragt, so dass von diesen Theilen ohne Präparation nichts zu sehen ist.

b) *Falco albicilla.* Der Kehlkopf des Seeadlers stimmt vollkommen mit dem vorhergehenden überein. Am unteren Rande der Schildplatte sieht man die Spuren dreier Ringe. Henle will vier Ringe wahrgenommen haben.

c) *Falco naevius.* Der Kehlkopf weicht nur in Folgendem von dem des *Falco lagopus* ab. Die pars cricoidea ist etwas massiger und breiter. Der erste Luftröhrenbogen beginnt vorne unter der Mitte der Basis der Schildplatte und zieht sich nach rechts bis zu ihrem seitlichen Rande hin. Die beiden folgenden Bogen sind vorne vollständig, hinten dagegen offen.

d) Bei der Weihe, *Falco pygargus*, ist der untere Rand

der Schildplatte nach unten hin ziemlich stark concav. In dieser Aushöhlung liegen die drei ersten Luftröhrenbogen, von welchen die beiden obersten kaum den dritten Theil der Luftröhre umfassen. Im Uebrigen stimmt auch dieser Kehlkopf mit dem des *Falco lagopus* völlig überein.

2. Eulen, *Strigidae.*

a) *Strix Aluco*, Waldkauz. Gestalt und Verbindung der Elemente wie bei *Falco*, die pars articularis ist von aussen schwer aufzufinden, weil sie sehr klein und weit nach innen gerückt ist, und wegen ihrer knorpeligen Textur sich undeutlich von dem die crura partis cricoidéae verbindenden Knorpelstücke abgränzt. Am untern Rande der pars thyreoidea Andeutung zweier Ringe. Der erste Trachealring ist hinten nicht geschlossen.

b) *Strix flammea* verhält sich ähnlich.

II. Ordnung der Singvögel, *Oscines.* (*Canori, Passerini.* Sperlingsvögel.)

1. Raben, *Corvini.*

a) *Corvus corax*, Kolkrabe. Der Kehlkopf ist von ansehnlicher Grösse, so dass alle einzelnen Theile sehr deutlich zu sehen sind. Die pars thyreoidea ist unten ziemlich breit, nach oben hin allmälig schmaler, die Spitze abgestutzt. Sehr deutlich sind an dem untern Rande die Spuren zweier Ringe. Die ganze Platte ist, mit Ausnahme des obern Endes, knöchern. In der Mitte der Innenfläche findet sich ein nur wenig hervorragendes tuberculum. An den Seitenrändern trägt sie kleine concave Gelenkflächen, welche die Gelenkköpfe der Schenkel des Ringstücks aufnehmen. Diese knöchernen Schenkel sind nach vorn hin dünn, nach hinten dikker, gebogen, und hinten in der Mittellinie durch Articulation mit einander verbunden. In dem von ihren hintern, innern Enden gebildeten Ausschnitte steht die ziemlich massige pars articularis. Sie hat eine unregelmässig dreieckige Gestalt, sieht mit der Basis nach oben und trägt an jeder Seite derselben eine concave Gelenkfläche zur Aufnahme des Gelenkkopfes der pars arytaenoidea. Weiter unten findet sich eben-

falls jederseits eine kleine concave Gelenkfläche an der Stelle, wo sie die pars cricoidea unmittelbar berührt, und diese mit einer entsprechenden Gelenkfläche versehen ist. Das ganze Gelenkstück ist vollständig ossificirt. Das Giessbeckenstück ist im Ganzen schlank, wird nach oben hin erst etwas dicker, dann wieder dünner, und endet in eine knorpelige Spitze. Der von der innern Seite ausgehende proc. spinosus ist lang und dünn. Mit Ausnahme dieses Fortsatzes und der Spitze ist die pars arytaenoidea von knöcherner Textur. — Eigenthümlich ist die Pigmentirung, welche sich sowohl an der Schildplatte als auch an dem Ring-, Gelenk- und Giessbekkenstück findet. Ein hübsches Bild entsteht dadurch, dass sich gerade an der Gränze zwischen dem knöchernen und knorpeligen Theile der pars thyreoidea ein bogenförmiger Pigmentstreif hinzieht, indem so die helle, durchscheinende Knorpelsubstanz sich sehr scharf gegen den fast schwarzen Knochen markirt.

b) Bei *Corvus corone* und *Corvus glandarius* sind alle Theile durchaus ähnlich gebaut und zusammengesetzt. Bei *Corvus glandarius* sieht man die Zusammensetzung des Schildtheils aus einzelnen Ringen sehr deutlich; man zählt drei am untern Rande. Der erste Trachealring ist hinten nicht geschlossen, der zweite fliesst hinten mit dem dritten zusammen, der vollständig geschlossen ist.

c) *Corvus monedula*, Dohle. Der Kehlkopf ist bedeutend kleiner, wie der der vorbergehenden Species, sonst jedoch in Form, Bau und Zusammensetzung vollkommen übereinstimmend. Gegen den untern Rand der Schildplatte sieht man die Spuren von vier Ringen. Der erste Trachealring ist hinten nicht geschlossen. Vor dem Eingang in die Höhle des Kehlkopfs findet sich eine quer gestellte Schleimhautfalte. In der Mitte der Innenfläche der pars thyreoidea findet sich ein kleines tuberculum.

d) *Pica pica.*

e) *Oriolus galbula*, *Pirol.* Kirschvogel. Kleiner Kehlkopf, der nichts Erwähnenswerthes darbietet.

2. Finken, *Fringillidae.*

a) *Pyrgita domestica L.*

b) *Fringilla coelebs,* Buchfink.

c) *Emberiza citrinella,* Goldammer.

d) *Loxia curvirostra L.*

e) *Ploceus nitens.* (Goldküste.)

Die Kehlköpfe aller dieser Vögel stimmen im Wesentlichen durchaus mit dem von *Corvus corax* überein, nur sind sie alle sehr zierlich und klein, so dass die einzelnen Theile, namentlich die pars articularis, sich erst bei genauer Präparation deutlich präsentiren. Dasselbe gilt auch von den im Folgenden aufgeführten Familien.

3. Staare, *Sturnidae.*

a) *Sturnus vulgaris.*

b) *Icterus baltimore Cuv.* (Nordamerika.)

c) *Icterus spurius Gm.* (Honduras.)

d) *Eulabes religiosa.* Dieser Kehlkopf ist ziemlich gross, alle einzelnen Theile sehr deutlich. Alle soliden Elemente, wie auch die Luftröhrenringe ossificirt. Das Schildstück ruht auf dem blattförmig ausgebreiteten Fortsatz des Zungenbeins.

e) *Quiscalus palustris.* (Honduras.)

4. Drosseln, *Turdidae.*

a) *Turdus merula.* An den Seiten der hier ziemlich ansehnlichen pars articularis sieht man da, wo sie sich mit den obern Rändern der pars cricoidea berühren, kleine concave Gelenkflächen, welche die entsprechenden convexen Flächen des Ringstücks aufnehmen.

b) *Turdus viscivorus.*

c) *Mimus carolinensis L.* (Honduras.)

d) *Mimus lividus.*

5. *Tanagridae.*

a) *Tanagra jacapa.* (Surinam.)

b) *Tanagra missisippiensis.*

c) *Tanagra sayaca.* (Surinam).

6. *Sylvidae*, Sänger.

a) *Sylvia hortensis.*

b) *Sylvia rubecula.*

c) *Troglodytes palustris Wils.* (Nordamerika.)
d) *Zosterops lugubris Hartl.* (Insel St. Thomé, Westafrika.)

7. Lerchen, *Alaudidae.*

a) *Alauda cristata.*
b) *Alauda arvensis.*

8. Meisen, *Paridae.*

a) *Parus major.*
b) *Parus palustris.*
c) *Parus coeruleus.*

9. Schwalben, *Hirundinidae.*

a) *Hirundo rustica.*
b) *Hirundo urbica.*

10. *Lanidae.*

a) *Lanius collurio.*

III. Ordnung der Schreivögel, *Clamatores.*

1. *Colopteridae.*

a) *Pipra pareola L.* (Brasilien.) Kleiner zierlicher Kehlkopf. Die Schildplatte gleichmässig breit, das obere Ende abgerundet. Sie ist, mit Ausnahme des Saumes der Spitze, vollständig ossificirt. An dem Seitenrande articulirt, ganz wie bei den *Oscines* die pars cricoidea. Die schmalen, leistenförmigen Schenkel des Ringstücks sind auch hinten durch ein Gelenk mit einander verbunden. Die übrigen Stücke zeigen nichts Besonderes. Die drei ersten Luftröhrenringe sind hinten nicht geschlossen.

b) *Tyrannus furcatus* und *T. cinerascens Spix.* (Nordamerika). Der Hauptsache nach dem Kehlkopf von *Pipra* durchaus gleich. Das obere Ende der pars thyreoidea läuft etwas spitzer zu.

c) *Tyrannus sulphuraceus.*

2. Eisvögel, *Halcyonidae.*

a) *Alcedo rudis.* (Goldküste.) Bei diesem zierlich gebauten Kehlkopf findet sich keine Gelenk-, sondern Nahtverbindung zwischen Schild- und Ringstück. Die hier plattenförmigen Schenkel des Ringstücks sind den Seitenrändern des Schildstücks durch Knorpelnaht angeschlossen. Sehr deut-

lich sind im untern Theile der Schildplatte drei Ringe wahrzunehmen. Die pars articularis stellt ein hohes, schmales Knochenstück dar, welches noch zum Theil zwischen die hintern, inneren Ränder der pars cricoidea eingesenkt ist. Die partes arytaenoideae verlaufen sehr grade; ihre Fortsätze sind kurz.

3. *Cypselidae.*

a) *Cypselus apus.* Auch bei den Mauerschwalben findet sich eine Knorpelnaht zwischen den entsprechenden Rändern des Schild- und Ringstücks.

4. Wiedehopf, *Epopidae.*

a) *Upupa epops.* Alle Elemente sind sehr weich und knorpelig. Eine deutliche Abgränzung zwischen Ring- und Schildstück lässt sich nicht wahrnehmen. Alle Luftröhrenringe sind sehr weich, hinten in der Mittellinie nach innen hin umgebogen, so dass die äussern Flächen derselben neben einander zu liegen kommen. Diese Anordnung giebt anfänglich den Anschein, als ob die Ringe hinten mit einander zusammenhingen; dies ist jedoch in Wirklichkeit nicht der Fall, sondern sie sind getrennt und nur durch eine Membran mit einander verbunden, die längs der ganzen Luftröhrenlänge ausgedehnt ist.

5. Wendezeher, *Amphibolae.*

a) *Corythaix persa Ill.* Verbindung der partes cricoideae mit der pars thyreoidea durch Naht ohne Gelenk.

IV. Ordnung der Klettervögel, *Scansores.*

1. Papageien, *Psittacini.*

a) *Psittacus, species americana.* Die knöcherne p. thyreoidea ist nicht wie gewöhnlich von der ebenfalls knöchernen p. cricoidea getrennt, sondern mit derselben zu einem Stück verwachsen. Der auf diese Weise gebildete Ring ist vorn stark ausgehöhlt und im Verhältniss zu dem hinteren, sehr niedrigen Theil hoch. An den Seiten desselben, d. h. an der Stelle, wo die vordere höhere Partie in die sehr niedrige, hintere ausläuft, gehen zwei kleine, nach aussen schauende Vorsprünge ab. Die hinteren Enden des Ringes biegen

sich fast rechtwinklig um, und treffen sich, jedoch ohne zu verwachsen, in der Mittellinie. Die kleine rundliche p. articularis steht sehr fest in dem von den Enden des Ringstücks gebildeten Ausschnitt.

b) *Conurus viridissimus L.* (aus Honduras). Dieser Kehlkopf stimmt vollkommen mit dem von *Psittacus* überein. Die vier ersten Luftröhrenbogen, welche an dem Präparat von *Psittacus* fehlten, liegen in der vom unteren Rande des Ringstücks gebildeten Aushöhlung. Sie umfassen kaum den dritten Theil der Luftröhre.

2. Bartvögel, *Bucconidae.*

a) *Bucco Vieilloti.* Alle Elemente des sehr kleinen Kehlkopfs sind fast vollständig ossificirt. Schild- und Ringstück sind durch Knorpelnaht mit einander verbunden. Die Schenkel des Ringstücks liegen hinten mit ihren Enden dicht neben einander, und sind durch eine Membran verbunden. Dicht über ihrer Verbindungsstelle liegt die sehr kleine, rundliche p. articularis. Die pt. arytaenoideae sind bis zur Spitze hin knöchern, ihre processus spinosi sehr klein, fein, spitz zulaufend und vollkommen ossificirt.

b) *Trogon mexicanus.* Im Wesentlichen stimmt dieser Kehlkopf durchaus mit dem von *Bucco* überein. Die das Schild- und Ringstück verbindende Knorpelnaht ist hier verhältnissmässig breit.

3. *Cuculidae.*

a) *Cuculus Canorus.* Die Verbindung zwischen Schild- und Ringstück erinnert hier sehr an die bei den Hühnervögeln, indem sich ein ziemlich breites Knorpelstück zwischen den entsprechenden Rändern dieser Stücke hinzieht. Die Verbindung, Lage und Gestalt der anderen Elemente zeigt nichts Besonderes.

4. Spechte, *Picidae.*

a) *Yunx torquilla*, Wendehals. Dieser Kehlkopf bietet grosse und viele Eigenthümlichkeiten. Die p. thyreoidea ist sehr wenig gewölbt, platt, und bildet eine ziemlich lange, mit der Spitze nach unten gerichtete, dreieckige Platte, welche sich nach oben hin blattförmig ausbreitet. Dieses breite obere

Ende ist weich und häutig, und scharf von dem unteren knöchernen Theile abgegränzt. Nach unten hin steht sie durch eine longitudinal gestellte, dünne knorpelige Brücke mit einer zweiten Knochenplatte in Verbindung, welche die vordere Wand der Luftröhre bildet. —

Von dem unteren Theil der Seitenränder der Schildplatte aus ziehen sich kleine über einander gelagerte und durch Membranen verbundene Bogen nach hinten bis zu den vorderen, äusseren Rändern des Ringstücks. Diese stellen also die Verbindung zwischen beiden Stücken her. Die pars cricoidea besteht aus zwei schmalen, hohen Platten, welche mit ihren hinteren, inneren Rändern dicht neben einander liegen. Sie sind viereckig, nach oben zu aber bedeutend schmaler als unten. Ihre oberen Ränder sind mit kleinen, concaven Gelenkflächen versehen, welche die entsprechenden Flächen des Gelenkstücks aufnehmen. Die pars articularis hat die Gestalt eines Kartentreffs, und trägt jederseits die eingelenkte, zierliche pars arytaenoidea. Von der erwähnten Knorpelbrücke und der weiter unten gelegenen Platte gehen nach hinten ebenfalls Rudimente von Ringen ab, welche in der Mittellinie nicht geschlossen, sondern durch eine dünne Membran verbunden sind. An ihrem unteren Ende aber setzt sich die Platte continuirlich nach hinten hin fort, so dass hier auch die hintere Wand der Luftröhre durch eine kleine Platte, oder, wenn man will, durch einen hohen Ring gebildet wird. Unterhalb dieser Stelle beginnt dann die eigentliche, aus vollständig geschlossenen Ringen bestehende Luftröhre. Vorn, wo die Platte nicht mit einem graden Rande endet, sondern in Form eines Dreiecks ausgeschnitten ist, liegen in diesem Ausschnitte die ersten, sehr kurzen Luftröhrenbogen. Die Giessbeckenstücke bieten nichts Besonderes; ihre Fortsätze sind an der Basis knöchern.

b) *Picus major.* Die p. thyreoidea des kleinen Kehlkopfs ist verhältnissmässig lang, nach unten schmal und etwas eingezogen, nach oben hin, wie bei *Yunx,* blattförmig ausgebreitet und häutig. Die Gränze zwischen dem häutigen und knöchernen Theil wiederum sehr deutlich ausgesprochen. Die

Seitenränder hängen nicht in ihrer ganzen Länge mit der pars cricoidea zusammen, sondern nur der obere Theil derselben ist mit dieser durch Knochennaht verbunden. Unter dem Ringstück liegen auf der linken Seite ein, auf der rechten zwei Ringrudimente, welche vorn in der fortgesetzten Richtung der Naht zwischen Schild- und Ringstück beginnen und hinten nicht geschlossen sind, aber sehr nahe in der Mittellinie neben einander liegen, und durch eine schmale Membran verbunden sind. Der dann folgende Ring ist hinten geschlossen und hängt vorn und seitlich continuirlich mit dem Schildstück zusammen. Der dann folgende Ring verhält sich ganz ebenso, ausgenommen, dass er nur noch an der rechten Seite mit der Schildplatte zusammenhängt. Alle übrigen Ringe sind knöchern und vollständig. Zwischen den kleinen, plattenförmigen knöchernen Schenkeln des Ringstücks, welche sich mit ihren hinteren Rändern fast erreichen und durch eine Membran verbunden sind, liegt die pars articularis. Sie ist schmal und hoch, in der Mitte etwas eingezogen, und erreicht mit ihrem unteren Rande das erste Ringrudiment. Sie ist, ebenso wie die an ihren Seiten articulirenden, zarten pt. arytaenoideae, von knöcherner Textur. Die processus spinosi sind an ihrer Basis ebenfalls knöchern.

c) *Picus varius Gm.* (Nordamerika.) Der Kehlkopf dieser Species hat im Ganzen viel Aehnlichkeit mit der von *Picus major*. Einzelne Abweichungen sind folgende: Der ganze Kehlkopf ist etwas kleiner, die Schildplatte kürzer. Das obere häutige Ende des Schildstücks ist nicht so breit, aber ebenfalls sehr scharf von der knöchernen Partie geschieden. Unter dem p. thyreoidea durch Knochennaht ausgeschlossenen und, ebenso wie bei *Picus major* gelagerten Ringstück liegt jederseits nur ein Bogen, welche sich hinten in der Mittellinie sehr nahe kommen und durch eine Membran geschlossen sind. Der dann folgende, hinten geschlossene Bogen geht an den Seiten continuirlich in die Schildplatte über, ist in der Mitte aber wieder deutlich von ihr getrennt. Ueber dieser Andeutung eines Ringes am unteren Rande der Platte sieht man ausserdem noch die Spuren von

vier Ringen. Der nächstfolgende Ring nach unten hin ist vollkommen isolirt und geschlossen, und bildet mithin den ersten Luftröhrenring.

Die pars articularis liegt zwischen den Schenkeln des Ringstücks, und ruht mit ihrem unteren Ende auf dem Ringrudiment. Die processus spinosi der partes arytaenoideae sind knöchern.

d) *Picus viridis.* Der ganze Kehlkopf ist ansehnlicher, und das Schildstück verhältnissmässig noch länger, als bei *Picus major.* Das obere Ende desselben ebenfalls häutig, aber nicht so breit, wie bei jenem. Unterhalb der kleinen, plattenförmigen, ossificirten Schenkel des Ringstücks, welche mit dem Schildstück durch Knochennaht verbunden sind, liegen auch hier Ringrudimente, und zwar sechs. Sie reichen nach vorn bis zu den seitlichen Rändern der Schildplatte und erreichen sich hinten in der Mittellinie, wo sie durch eine Membran verbunden werden. Auf den sechsten Ring folgen zwei hinten vollständig geschlossene Ringe, von welchen der untere nach der rechten Seite nicht vollständig mit der pars thyreoidea verwachsen ist, während er auf der linken Seite, und ebenso der obere auf beiden Seiten continuirlich mit der Platte zusammenhängt. Die Gestalt und Lage der p. articularis ist dieselbe wie bei *Picus major*; mit ihrem unteren Ende steht sie auch hier auf dem ersten Ringrudiment.

e) *Picus martius.* Der Kehlkopf verhält sich ähnlich wie bei *P. viridis.*

V. Ordnung der Tauben. (*Columbae.*)

1. *Columba turtur.*

Die kleine abgerundete Schildplatte ist vollständig knöchern; mit dem knorpeligen Ringstück ist sie durch eine breite Knorpelnaht verbunden. An ihrem unteren Rande die Andeutung von drei Ringen. Die pars articularis erreicht mit ihrem untern Ende nicht ganz den unteren Rand des Ringstücks, hat im Uebrigen aber dieselbe Lage und Form wie beim Hahn.

2. *Pteroclidae.*

a) *Pterocles setarius.* Dieser Kehlkopf hat eine niedrige, oben abgestutzte, ganz und gar knöcherne Schildplatte. Die hohe, viereckige, knorpelige p. articularis ist ebenfalls zwischen den Rändern der p. cricoidea eingekeilt. Die fünf ersten Luftröhrenringe sind hinten nicht geschlossen, und zwar sind die oberen weiter durchbrochen als die unteren, so dass durch die seitlichen Gränzlinien ihrer Enden ein mit der Basis nach oben gerichtetes Dreieck gebildet wird. Die Verbindung zwischen Schild- und Ringstück geschieht durch Knorpelnaht.

VI. Ordnung der Hühnervögel. (*Gallinacei.*)

1. Feldhühner, *Tetraonidae.*

a) *Tetrao urogallus*, Auerhahn. Die breite und hohe Schildplatte ist grösstentheils ossificirt, ebenso wie die p. cricoidea. Von der p. articularis sind nur die Seiten und das untere Ende knorpelig, von den pt. arytaenoideae die Spitzen und die langen Fortsätze. Das Schildstück ist mit dem Ringstück durch ein breites Knorpelstück verbunden. Die hohe pars articularis liegt zwischen den hinteren, inneren Rändern des Ringstücks, ihr oberer Rand ragt beträchtlich über die oberen Ränder des Ringstücks hervor, ihr unteres, spitzes Ende ruht unmittelbar auf dem ersten Luftröhrenringe, welcher hinten vollständig geschlossen ist. Am unteren Rande der Schildplatte erkennt man sehr deutlich vier Ringe; während von einem fünften nur eine Spur wahrzunehmen ist. Die Innenfläche der Schildplatte trägt ein flaches, breites tuberculum.

2. Jakuhühner, *Penelopidae.*

a) *Crax Alector mas.* Die p. thyreoidea und p. cricoidea sind vollständig knorpelig, so dass beide Stücke ohne deutliche Gränze in einander übergehen. Die ebenfalls knorpelige, dreieckig gestaltete p. articularis steht zwischen den Rändern des Ringstücks. Ihre nach oben gerichtete Basis ragt über die oberen Ränder desselben hervor. Die an ihrer Seite eingelenkten pt. arytaenoideae sind ganz unten knöchern,

weiter oben dagegen ebenfalls knorpelig und weich. Das ostium laryngis liegt auffallend weit nach hinteu, etwa einen Zoll von dem Zungenbeinkörper entfernt. Dadurch, dass die Spitzen der Giessbeckenstücke nicht unmittelbar neben einander liegen und ausserdem aus einer sehr weichen Substanz bestehen, wird der Eingang zum Kehlkopf weiter wie gewöhnlich. Von der Innenfläche der Schildplatte entspringt ein ansehnlicher Sockel; an ihrem unteren Rande die Spuren von drei Ringen.

b) *Penelope Marail.* Dieser Kehlkopf stimmt im Wesentlichen mit dem von *Crax* überein. Hier ist jedoch nur die p. cricoidea knorpelig, während die p. thyreoidea ossificirt ist. Die Verbindung beider Stücke durch ein breites Knorpelstück ist deutlich. Die mehr viereckig gestaltete p. articularis ist vollständig zwischen den Rändern des Ringstücks eingekeilt. Die Lage des Kehlkopfs ist die gewöhnliche.

3. Hühner, *Phasianidae.*

a) *Phasianus Gallus.* Die p. thyreoidea ist hoch, nach oben schmal, die Spitze abgerundet. Gegen den unteren Rand die Andeutung von drei Ringen sehr deutlich, weiter oben sehr unvollkommene Spuren von einem vierten und fünften Ring. Das Mittelstück der Platte ist knöchern, die Spitze und der untere Theil knorpelig. Die Verbindung zwischen Ring- und Schildstück ist die den Hühnervögeln eigenthümliche. Die Schenkel des Ringstücks sind grösstentheils knöchern, liegen hinten ziemlich nahe neben einander. Zwischen dieselben eingesenkt ist die p. articularis, welche ein viereckiges Knochenstück darstellt. Der obere Rand desselben ist breit und dick, und überragt die p. cricoidea. Die pt. arytaenoideae sind dreiseitig, ihre äussere und innere Fläche ziemlich breit, ihre Fortsätze lang und dünn. Von den Luftröhrenringen ist der erste hintere nicht geschlossen. Die beiden ersten Luftröhrenringe sind durchweg knorpelig, während der dritte schon Spuren von Verknöcherung trägt. Die dann folgenden Ringe sind an den Seiten schon ganz knöchern und noch weiter nach unten schreitet die Ossification

immer weiter fort, bis schliesslich die ganzen Ringe knöchern sind.

VII. Ordnung der Wadvögel. (*Grallatores.*)

1. Reihervögel, *Herodii.*

a) *Ardea cinerea fem.*, Fischreiher. Der Kehlkopf ist von mittlerer Grösse. Die p. thyreoidea trägt eine schnabelförmige, vollständig ossificirte Spitze. Gegen den untern Rand derselben Andeutung eines Ringes, an ihrer inneren Fläche in der Mitte ein tuberculum. An den Seiten ist sie durch Knorpelnaht mit der p. cricoidea verbunden. Die beiden plattenförmigen Schenkel derselben sind mit ihren hinteren, inneren Enden in die Höhle des larynx hineingewandt. Sie sind an ihrem unteren Rande durch ein ganz schmales Knorpelstück verbunden, während zwischen ihren hinteren, inneren Rändern eine Membran ausgespannt ist. Unmittelbar über der Verbindungsstelle der Schenkel steht die p. articularis. Sie ist unverhältnissmässig hoch, unregelmässig viereckig, und in der Mitte eingeschnürt. Das Stück über der Einschnürung ist massiger, wie das untere, und ragt nicht, wie gewöhnlich, in die Kehlkopfshöhle hinein, sondern im Gegentheil nach aussen hervor. Die p. articularis besteht ebenso wie pt. arytaenoideae, mit Ausnahme ihrer Spitzen und Fortsätze, aus Knochensubstanz. Die äussere und innere Fläche der dreiseitigen Giessbeckenstücke sind ziemlich breit, die äussern der Länge nach ausgehöhlt.

2. Schnepfenvögel.

a) *Scolopax rusticula.* Die schräg abgestutzte Spitze der p. thyreoidea ist im obersten Theil knorpelig und durch eine scharfe Linie von der knöchernen Platte abgegränzt. Am unteren Rande derselben findet sich keine Andeutung eines Ringes. Die Verbindung mit der pars cricoidea geschieht durch Knorpelnaht. Die hinteren, inneren, etwas nach einwärts gebogenen Enden der p. cricoidea nehmen die knorpelige p. articularis zwischen sich auf. Sie reicht fast bis zu den unteren Rändern der beiden Schenkel hinab, ist ziemlich hoch, so dass sie über die oberen Ränder derselben hin-

wegragt, hat eine unregelmässig viereckige Gestalt, und trägt an ihrer Basis jederseits die articulirenden Gelenkköpfe der Giessbeckenstücke. Diese schicken von ihrer Mitte aus die an ihrer Basis knöchernen, weiterhin jedoch knorpeligen Fortsätze ab. Der erste Luftröhrenring ist hinten nicht geschlossen, alle folgenden aber vollständig.

b) *Machetes pugnax.* Die pars thyreoidea ist schmal, läuft nach oben ziemlich spitz zu. Sie ist, mit Ausnahme der Spitze, knöchern. An der Seite ist sie durch Knorpelnaht mit der p. cricoidea verbunden. Diese hat einen oberen verdickten, knöchernen Rand, die übrige Partie ist knorpelig. Ihre inneren Ränder liegen nahe neben einander, sind etwas in die Kehlkopfshöhle hineingewandt, und durch eine Membran verbunden. In dem von den Enden der pars cricoidea gebildeten Ausschnitt liegt die kleine, rundliche pars articularis. Sie ist vollständig ossificirt, und trägt an beiden Seiten die mit ihr articulirenden p. arytaenoideae. Diese sind schlank, dreiseitig und bis zur Spitze knöchern. Ihre Fortsätze sind knorpelig und dünn. Am unteren Rande der p. thyreoidea sieht man von vorn nur schwach die Andeutung eines Ringes, an den Seiten dagegen sehr deutlich, so dass derselbe vollständig getrennt als selbständiges Stück nach hinten läuft, wo er ungeschlossen endet.

c) *Numenius borealis.* Der Kehlkopf ist dem von *Machetes* sehr ähnlich. Die Innenfläche der pars thyreoidea trägt einen Sockel.

d) *Limosa rufa.* Auch der Kehlkopf der Pfuhlschnepfe stimmt fast vollständig mit dem von *Machetes* überein.

3. Strandläufer, *Charadriadae.*

a) *Charadrius auratus.* Die Spitze der sonst knöchernen Schildplatte ist knorpelig. Die Verbindung zwischen Schild- und Ringstück geschieht durch Knorpelnaht. Die hinteren, inneren Ränder des Ringstücks sind durch einen kleinen Knorpelstreif mit einander verbunden. Dicht über diesem liegt die kleine rundliche pars articularis.

b) Der Kehlkopf von *Charadrius squatarola* weicht in nichts von dem der eben genannten Species ab.

c) *Haematopus ostralegus.* Der Kehlkopf des Austernfischers bietet nichts Eigenthümliches.

4. Wasserhühner, *Rallidae.*

a) *Porphyrio smaragnotus.* Alle Elemente sind vollständig knöchern. Schild- und Ringstück sind durch Knochennaht verbunden. Die p. articularis ist verhältnissmässig klein, steht sehr fest in dem von den Enden der p. cricoidea gebildeten Ausschnitt.

b) *Fulica atra.* Das obere Ende des Schildstücks ist spitz und häutig, die übrige Partie ossificirt. Am unteren Rande findet sich die Spur eines Ringes. Zwischen Schild- und Ringstück ebenfalls Verbindung durch Knochennaht. Die pt. arytaenoideae sind kurz und dick, ihre äussere und innere Fläche breit.

VIII. Ordnung der Schwimmvögel. (*Natatores.*)

1. Taucher, *Colymbidae.*

a) *Eudytes arcticus fem.* Die pars thyreoidea hat eine abgerundete, knorpelige Spitze. In der Mittellinie der Platte findet sich, wie bei fast allen Schwimmvögeln, eine longitudinal verlaufende Einziehung, in der der lange, knorpelige Fortsatz des Zungenbeinkörpers gelagert ist. Nach hinten und unten läuft dieser Fortsatz in einen feinen, sich an die trachea herunterziehenden Faden aus. Der erste und zweite Luftröhrenbogen hängen vorn ganz fest mit der Schildplatte zusammen, während sie an den Seiten getrennt sind. Die folgenden Ringe sind hinten vollständig geschlossen. Von der Innenfläche der Schildplatte erhebt sich ein dreiseitiger Längsvorsprung, der ziemlich weit in die Höhle des larynx hineinragt. Die plattenförmige, knöcherne pars cricoidea ist mit dem Schildknorpel durch Knorpelnaht verbunden. Die breiten Schenkel sind hinten durch eine schmale Knorpelbrücke mit einander verbunden. Ihre hintern, innern Enden rollen sich ziemlich stark in die Kehlkopfshöhle hinein. Unmittelbar über dem verbindenden Knorpelstück ruht das ziemlich ansehnliche, dreieckige, völlig ossificirte Gelenkstück. Es ragt weniger wie die Enden des Ringtheils in die Kehlkopfs-

höhle hinein und ist deshalb schon in der Ruhe von aussen her deutlich sichtbar. Die Gestalt der Giessbeckenstücke ist die gewöhnlich dreiseitige. Ihre äussern Flächen sind breit, der Länge nach concav und nach vorn hin leicht gewunden. Die proc. spinosi sind knorpelig, lang und dünn. Die Schleimhaut bildet bei ihrem Eintritt in die Kehlkopfshöhle einen vor dem ostium laryngis quergestelten Wulst, der den Eingang ein wenig verdeckt. Von da aus zieht sie sich continuirlich über die innern Wände des Kehlkopfs fort.

b) Bei *Colymbus cristatus mas* ist der Kehlkopf der Hauptsache nach durchaus ebenso gebaut, wie der von *Eudytes*, im Einzelnen zeigen sich folgende Abweichungen: Die Innenfläche der Schildplatte trägt nur ein kleines tuberculum; der Rand der Spitze ist knorpelig und sehr scharf von dem knöchernen Theil der Platte abgegränzt. Unmittelbar unter dieser Gränze findet sich die Andeutung eines Ringes. Die Spur eines Ringes sieht man auch am untern Rande der Platte. Die beiden ersten Luftröhrenringe hängen vorn nicht mit dem Schildstück zusammen, sie sind völlig ossificirt. Die pars articularis ist kleiner wie bei *Eudytes* und von dreieckiger Gestalt.

2. *Anatidae*, Enten.

a) *Anas crecca mas. et fem.* Schild- und Ringstück sind durch Knorpelnaht verbunden. Die pars articularis ist hoch und zum Theil zwischen die hintern, innern Rändern der pars cricoidea eingeschoben. Ihr oberer Rand ragt über die pars cricoidea hervor. Die äussere und innere Fläche der pars arytaenoidea sind sehr breit.

3. Sturmvögel, *Procellariae*.

a) *Procellaria* vom Cap. Die Schildplatte ist klein, niedrig, oben abgerundet, vollständig knorpelig. An den Seiten geht sie ohne deutliche Gränze in die ebenfalls knorpeligen Schenkel des Ringstücks über. An der innern Fläche der Schildplatte ein kleines tuberculum. Die pars articularis und arytaenoidea haben knorpelige Textur, zeigen aber sonst nichts Besonderes.

b) *Anous stolidus.* Form des Schildstücks wie bei *Pro-*

cellaria. Das ganze Schildstück ist knöchern, mit dem Ringstück durch Knorpelnaht verbunden. Von dem Ringstück ist nur das hintere innere Ende knöchern. Die Enden sind stark in die Höhle des Kehlkopfs hineingebogen, ihre Verbindung geschieht durch eine schmale Knorpelbrücke.

c) *Pachyptila villata*. Das Schildstück stimmt in der Form wieder mit dem von *Procellaria* überein. Von den übrigen Elementen hat nur die pars articularis die Eigenthümlichkeit, dass sie, wie bei den Hühnervögeln, zwischen die Enden der pars cricoidea eingesenkt ist. Die Innenfläche der Schildplatte trägt einen kleinen Längsvorsprung.

d) *Daption* (*Procellaria*) *capensis*. Die Schildplatte ist nicht so niedrig wie bei *Procellaria* vom Cap, sondern mehr länglich und schmal. Auch hier liegt die hohe, längliche pars articularis wenigstens zum Theil zwischen den hintern innern Rändern des Ringstücks.

e) *Thalassodroma pelagica*. Der Kehlkopf ist klein. Die Schildplatte ist knöchern, das Ringstück knorpelig, beide durch Knorpelnaht verbunden. Alle Luftröhrenringe sind geschlossen. An der Innenfläche der pars thyreoidea ein kleiner Sockel.

4. *Pelecanidae*.

a) *Phaëton aethereus*. Verbindung zwischen dem knöchernen Schild- und Ringstück wie bei allen Schwimmvögeln durch Knorpelnaht bewerkstelligt. Unterhalb der nach unten ausgehöhlten Basis der Schildplatte liegen die beiden ersten Luftröhrenringe, welche so weit durchbrochen sind, dass sie etwa nur den dritten Theil der Röhre umfassen. Der dritte Ring reicht weiter nach hinten, ist daselbst aber nicht geschlossen. Die pars articularis ist, wie bei den Hühnervögeln, vollständig zwischen die hintern, innern Ränder der pars cricoidea eingekeilt. An der Innenfläche der pars thyreoidea befindet sich ein Sockel in Form einer spitz zulaufenden, dreiseitigen Platte.

b) *Dysporus* (*Sula*) *fusca*. Die Schildplatte ist ziemlich lang und schmal. Gegen den untern Rand hin die Andeutung eines Ringes, dessen Abgränzung in der Mitte sehr deut-

lich ist. Das knöcherne Schild- und Ringstück wie gewöhnlich verbunden. Die hintern, innern Enden des Ringstücks sind stark nach innen gebogen und durch eine Membran verbunden. Ueber der Verbindungsstelle (hier also keine Einkeilung wie bei *Phaëton*) liegt die kleine, länglich runde pars articularis. Der Sockel ist lang und hoch. Alle Luftröhrenringe sind geschlossen.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Kehlkopf von *Corvus corone* in natürlicher Grösse.

A. Seitliche Ansicht, um die Gelenkverbindung zwischen dem Ring- (a) und Schildstück (b) zu zeigen, und die Lage des Gelenkstücks (c) und die Articulation desselben mit den Giessbeckenstücken (d) klar zu machen. Mit (f) sind die Spuren der beiden Ringe am unteren Rand der Schildplatte bezeichnet. Unter diesen sieht man die drei hinten offenen Luftröhrenringe.

B. Hintere Ansicht, aus der man wiederum die Lage und die Verbindung des Gelenkstücks, und auch die hinten nicht geschlossenen Luftröhrenringe sehen kann. Bei (a) sieht man die langen, knorpeligen Fortsätze, bei (b) die Andeutung des untersten Ringes am unteren Rande der Schildplatte.

C. Dieselbe hintere Ansicht in vergrössertem Maassstabe, um die einzelnen Theile und namentlich die processus spinosi deutlicher übersehen zu können.

Fig. 2. Vordere Ansicht des Kehlkopfs und der Luftröhre von *Alcedo rudis* in natürlicher Grösse. Die Schildplatte ist mit (a), die Andeutung der drei Ringe mit (b) bezeichnet.

Fig. 3. Kehlkopf des Auerhahns in natürlicher Grösse.

A. Seitliche Ansicht, um die Verbindung zwischen pars thyreoidea (a) und der pars cricoidea (b) durch ein breites Knorpelstück zu zeigen. Die mit Punkten abgegränzten Partien des Schild und Ringstücks sind ossificirt. Mit (c) sind die vier Ringe am unteren Theil der Schildplatte bezeichnet.

B. Hintere Ansicht, aus der man die Gestalt und Lage der pars articularis (a) und der partes arytaenoideae (b) entnehmen kann. Die ossificirten Partien des Ring- und Gelenkstücks sind auch hier mit Punkten bezeichnet. Bei

(c) sieht man den ersten geschlossenen Luftröhrenring, auf welchem die pars articularis unmittelbar aufruht.

Fig. 4. Seitliche Ansicht des Kehlkopfs von *Falco lagopus* in natürlicher Grösse. Mit (a) ist das kleine rundliche Knorpelstück bezeichnet, welches die Verbindung zwischen dem Schild- und Ringstück herstellt, mit (b) der kleine Vorsprung an dem Seitenrande der Schildplatte. Bei (c) sieht man die beiden Ringe am unteren Rande der Schildplatte, bei (d) den ersten, hinten offenen Luftröhrenring. — Von der kleinen pars articularis (e) ist nur ein kleiner Theil zu sehen.

Fig. 5. Kehlkopf von *Picus viridis* in natürlicher Grösse.

A. Ansicht von vorn, um die Länge der Schildplatte und das obere häutige Ende (a) derselben zu zeigen.

B. Hintere Ansicht. Die punktirte, mit (a) bezeichnete Linie stellt die Knochennaht zwischen Schild- und Ringstück dar. (b) ist die pars articularis, welche mit ihrem unteren Ende auf dem ersten der sechs, mit (c) bezeichneten Ringrudimente ruht. Mit (d) sind die beiden hinten geschlossenen Ringe bezeichnet, welche sich nach vorne hin in die Schildplatte fortsetzen.

Fig. 6. Kehlkopf von *Picus major* (zweifache Vergrösserung.)

A. Vordere Ansicht der Schildplatte. (a) ist der häutige, (b) der knöcherne Theil derselben.

B. Hintere Ansicht. Mit (a) ist wiederum die Knochennaht zwischen dem Schild- und Ringstück bezeichnet. Die pars articularis (b) erreicht mit ihrem unteren Ende das erste Ringrudiment. Unter diesem sieht man das zweite, hinten offene Ringrudiment, und unter diesem wiederum den ersten, vollständigen Luftröhrenring. Bei (c) sieht man die kleinen, zierlichen partes arytaenoideae.

Fig 7. Kehlkopf von *Yunx Torquilla* in zweifacher Vergrösserung,

A. Ansicht desselben von vorn. (a) ist die Schildplatte, (b) die zweite, untere Platte, (c) die schmale Knorpelbrücke, welche beide verbindet. Am oberen Ende der Schildplatte sieht man die Gränze zwischen dem knöchernen und häutigen Theil angedeutet. Mit (d) sind die kleinen Bogen bezeichnet, welche sich vom Seitenrande der Platte aus nach hinten erstrecken. Bei (f) sieht man die Ringrudimente, welche in dem dreieckigen Ausschnitt der unteren Platte liegen.

B. Hintere Ansicht. (a) ist die Schildplatte, (a') das Ringstück, (c) die pars articularis und (d) die pars arytaenoidea. Mit (e) sind die Bogen bezeichnet, welche sich vom unteren Theil des Seitenrandes der Schildplatte nach hinten hin bis zu den vorderen äusseren Rändern

des Ringstücks hinziehen. Bei (f) sieht man deutlich die lange Reihe von Bogen, welche die Luftröhre da hinten begränzen, wo vorn die Platte [b(A)] liegt. Unter dem letzten dieser Ringrudimente sieht man die vordere Platte [b(A)] sich auch nach hinten als Platte oder ein hohes Ringstück fortsetzen.

Fig. 8. Kehlkopf von *Picus varius* (zweifache Vergrösserung.)

A. Vordere Ansicht, um die Gestalt der Schildplatte und die Andeutung der Ringe am unteren Rande zu zeigen.

B. Hintere Ansicht. Bei (a) sieht man das Ringrudiment, auf welchem die pars articularis steht. Mit (b) ist der folgende, hinten geschlossene Ring bezeichnet, welcher an den Seiten continuirlich mit der Schildplatte zusammenhängt.

Berlin, Druck der Gebr. Unger'schen Hofbuchdruckerei.

Corrigenda.

Seite 443, Zeile 14 v. o. lies „550" statt 500.
- 445, - 6 v. o. lies „550" statt 505.
Seite 456 nach Zeile 20 ist einzuschieben:
„Länge des grössten Schädeldurchmessers von der Glabella bis zum Hinterhaupt . . . . 203 Mm."
Seite 464, Zeile 17 lies „35 Unzen" statt 36 Unzen.
- 465, - 31 lies „Scheitel" statt Schädel.
- 473, - 17 lies „und über dem Zitzenfortsatz".
- 475, - 34 lies „1837" statt 1835.

3.

B

A

9.

c

a

b

10.

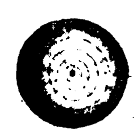
B

8.

d

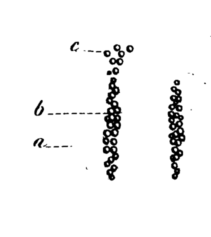
A

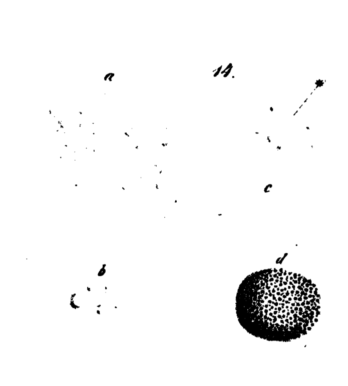
6.

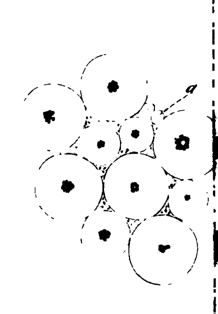


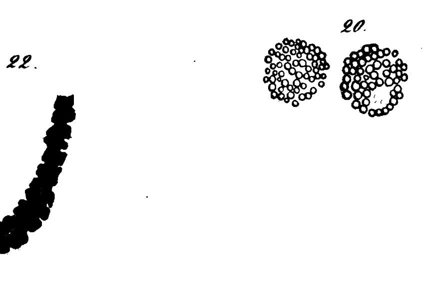
... del.

Wagenschieber sc.

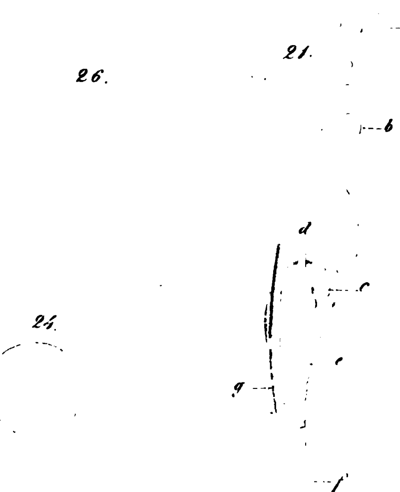

c
b
a
d


14.
a
c
b
d


22.
a


20.


b
c
d
e


26.
21.
a
b
d
c
24.
e
g
f
h

A

1.

2.

4.

4.

a b

7.

6.

a 7. b

c d

c

d

a



parede del.

9

1

2

3

4

5

6

7

8

6.

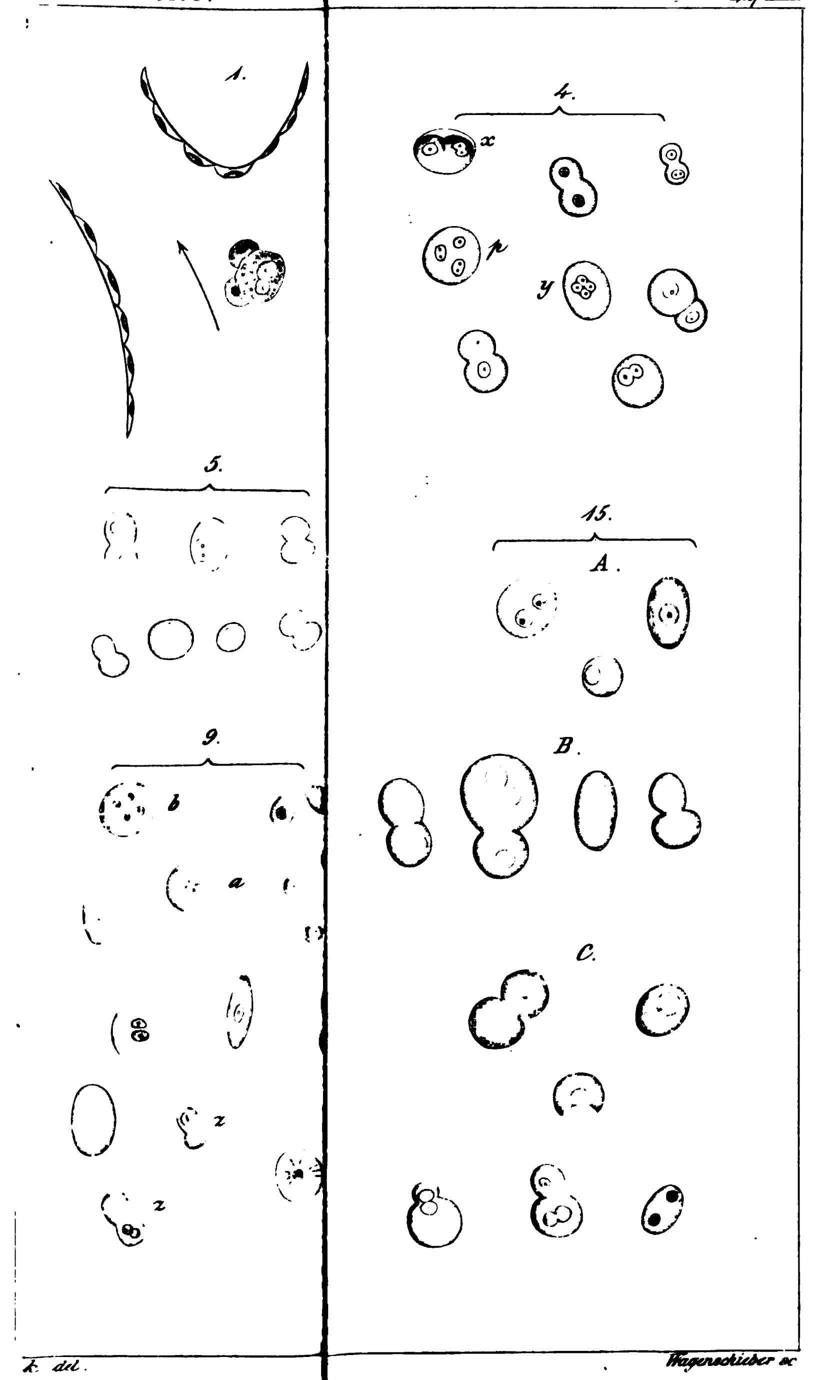
...baur del

4.

4.

..llroth | Wagenschieber sc.

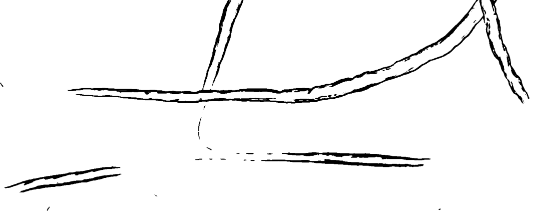
4.

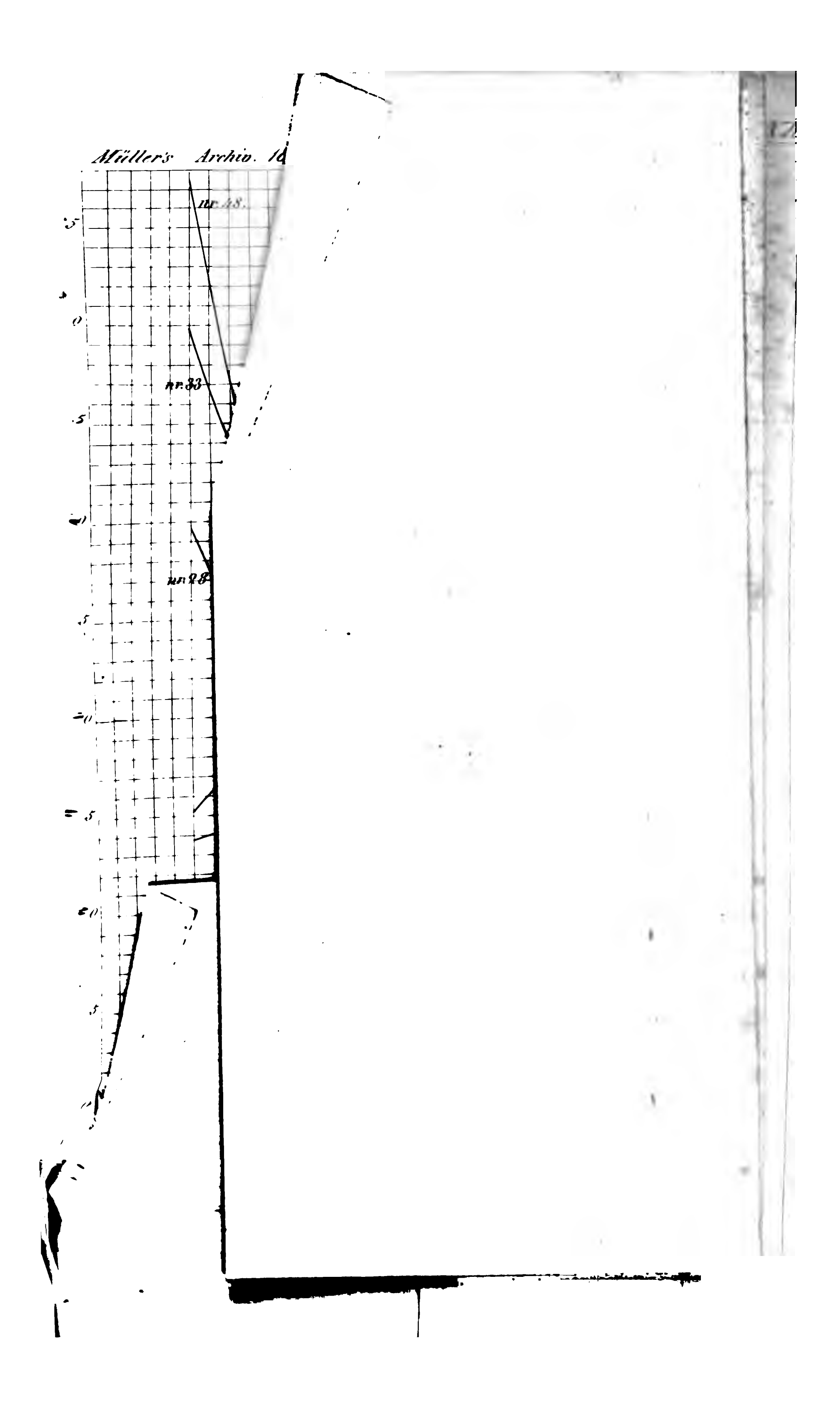


k. del. Wagenschieber sc.

2.

4.





Müller's Archiv. 1
nr. 48.
nr. 33
nr. 28

1.

a

b

3.

a

b

c

Fr. Bitz del.

6.

2.

8.

9.

3.

11.

12.

…Schneider del.

1.

a

b

3.

a

b

c

J. Fritz del.

8.

9.

14.

15.

a

2.

b

b

a

a

c

d

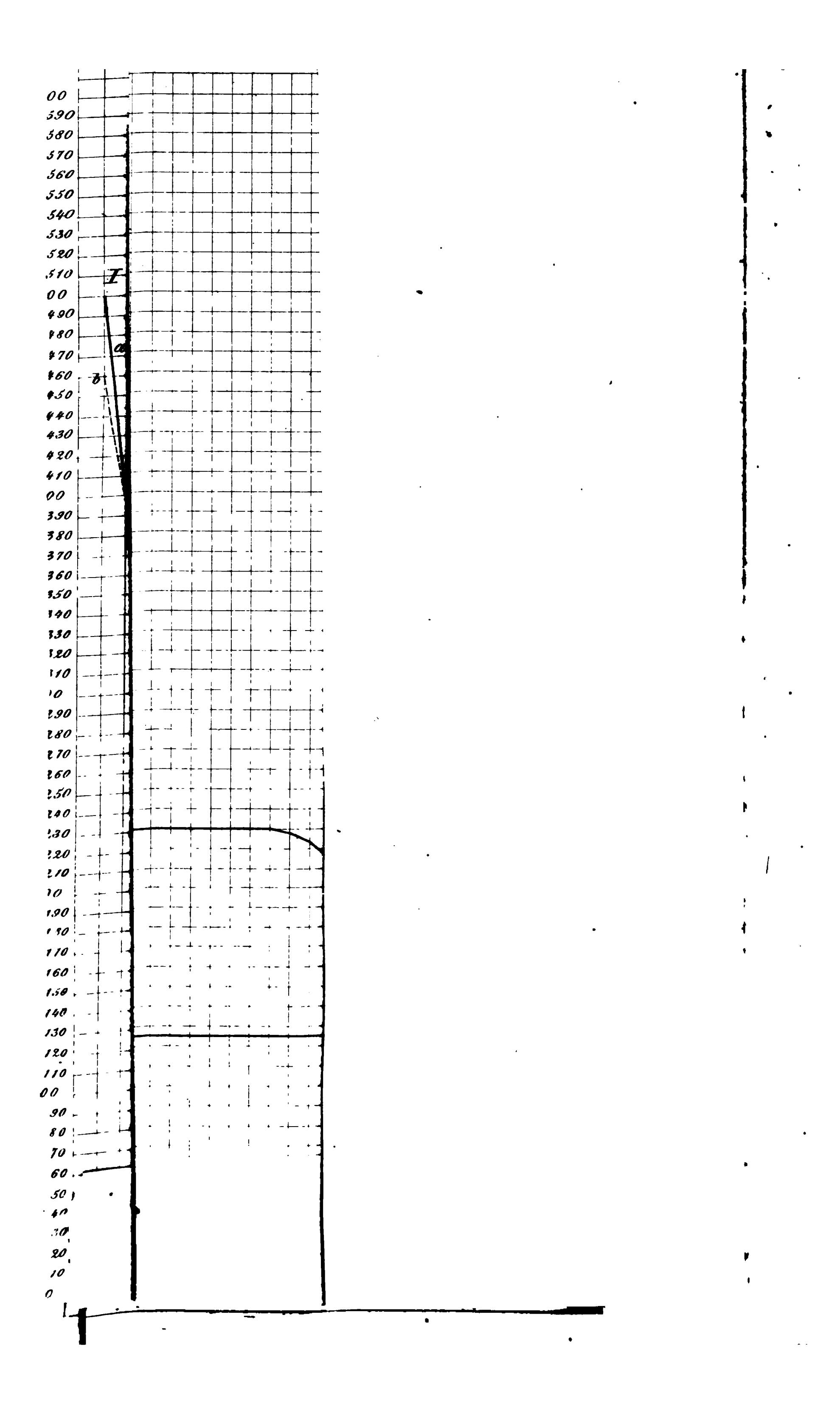
b

a

…uenschuber sc.

M. Schultze del.

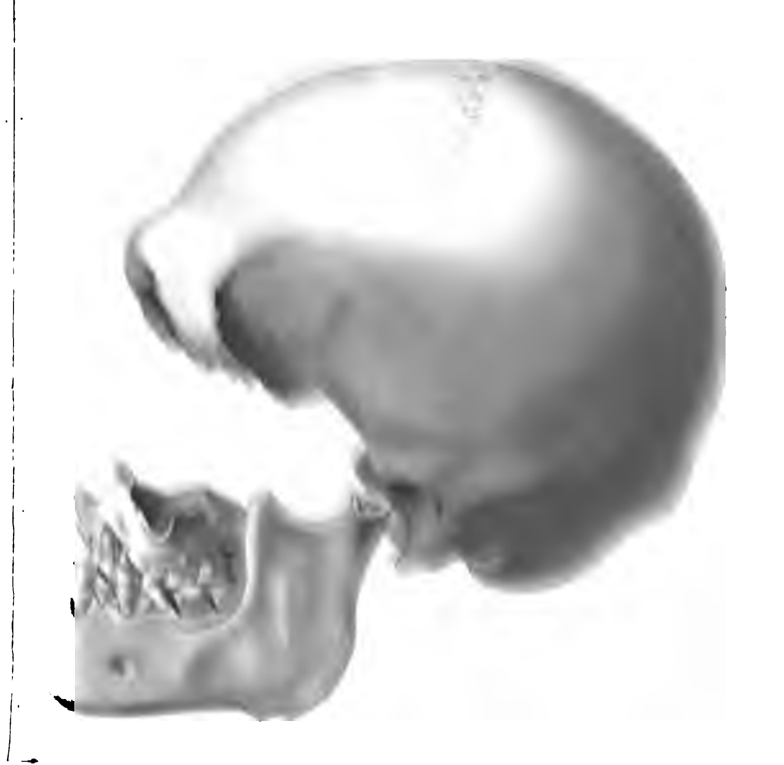
A. Schneider del.
Wagenschieber sc.



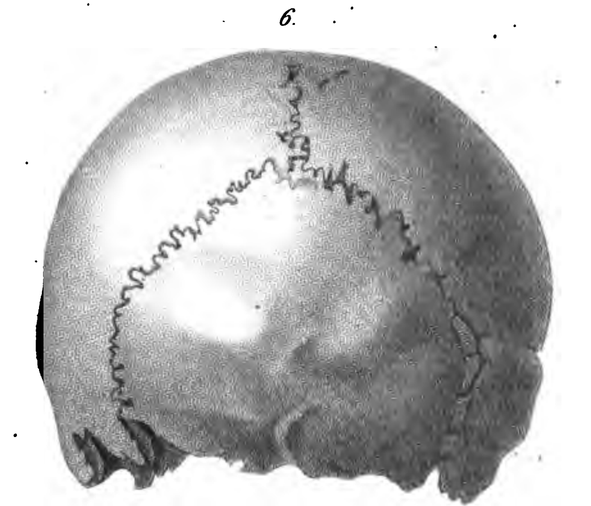
00
590
580
570
560
550
540
530
520
510
00
490
480
470
460
450
440
430
420
410
00
390
380
370
360
350
340
330
320
310
290
280
270
260
250
240
230
220
210
190
170
160
150
140
130
120
110
00
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
I
a
b

Müller's

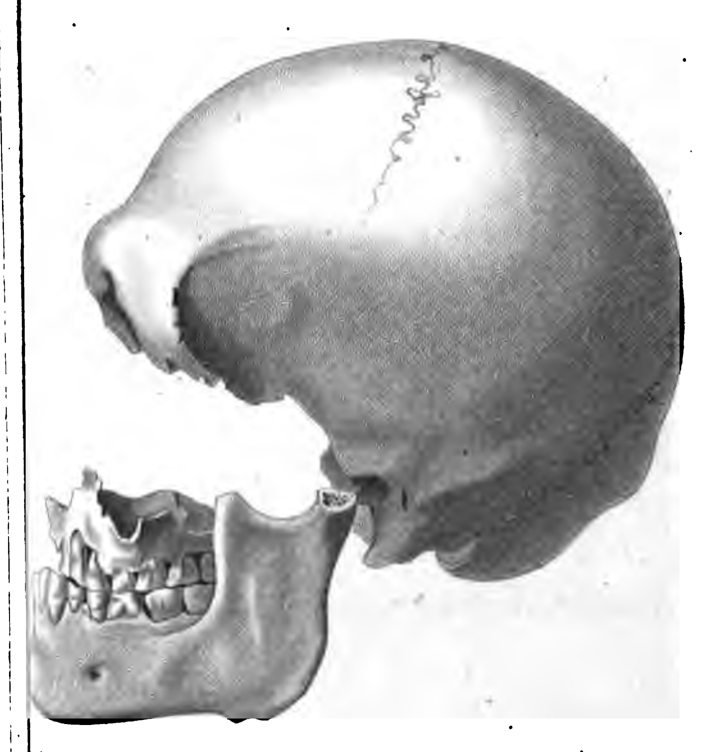




6.



5.



Wagenschieber sc

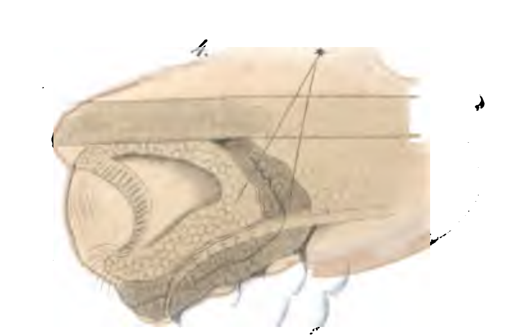
3.

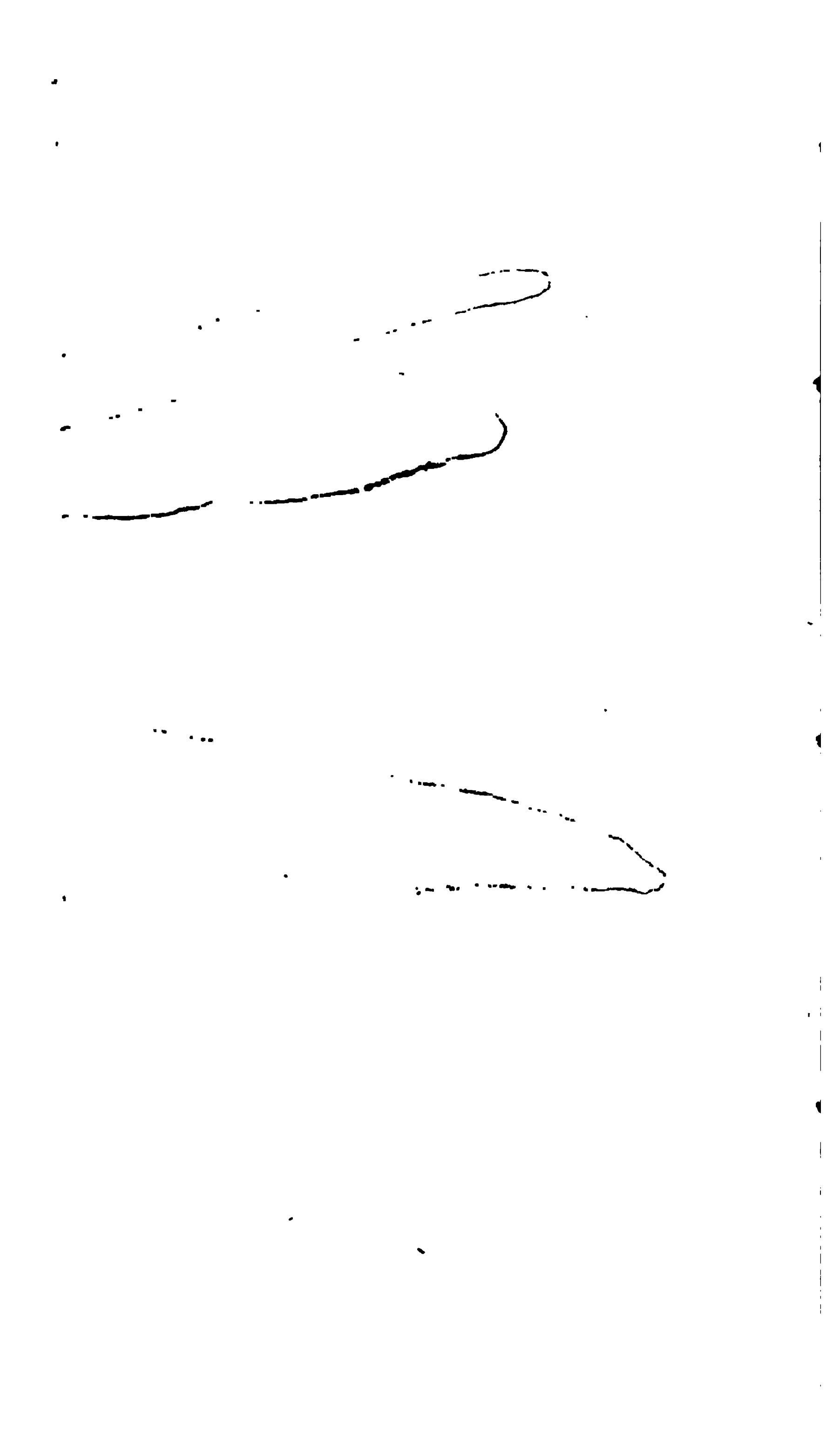
1.

[illegible] del.

Wagenschieber sc.

3.





6.

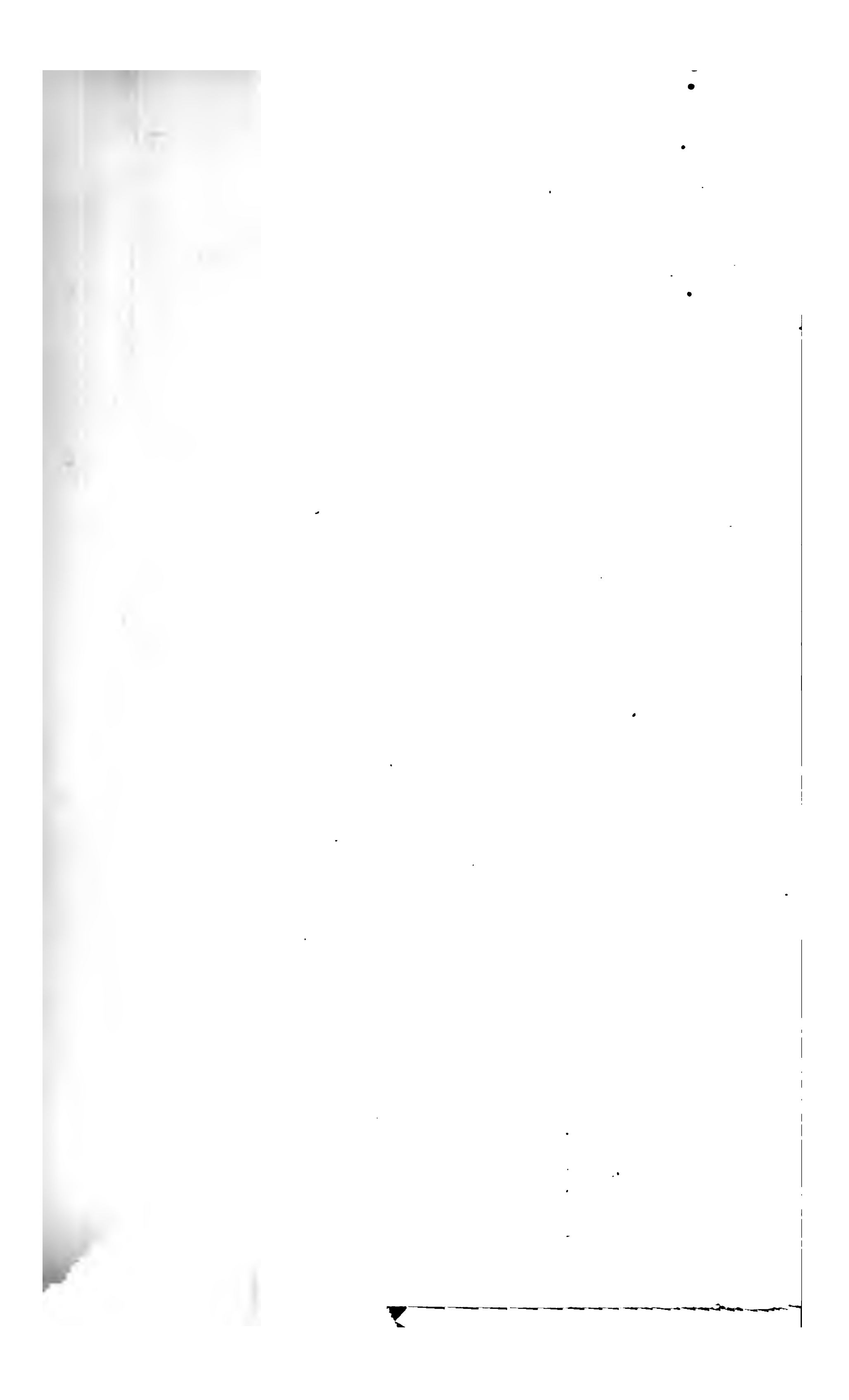
5.

2.

1.

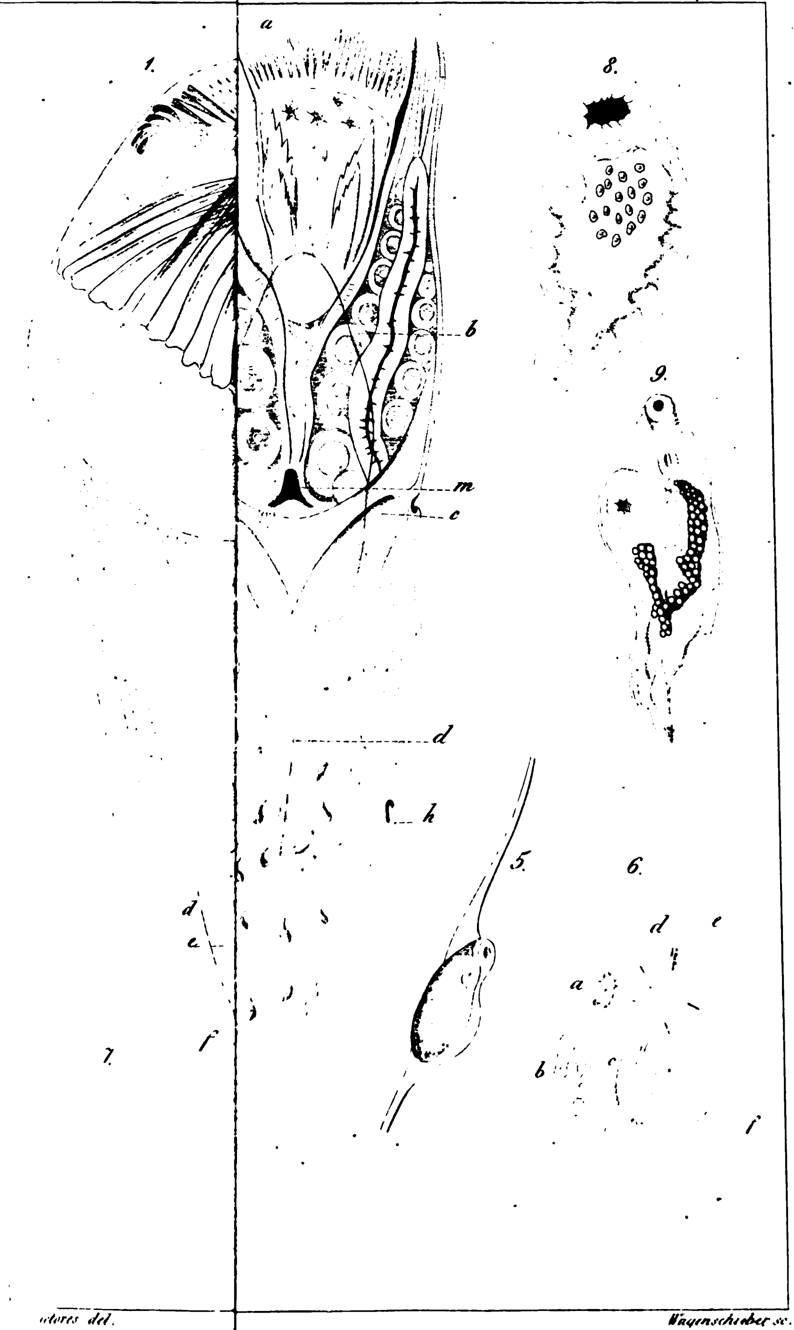
7.

Auctores del.



Auctores del.

Wagenschieber



utores del. Wagenschieber sc.

1.

8.

2.

6.

Auctores del. Wagenschieber sc.

4.

1.

6.

5.

2.

3.

uctores del. Wagenschieber sc.

